

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

**CARRERA:
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO AMBIENTAL**

**TEMA:
DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES AMBIENTALES
DEL CAMPUS SUR DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - FASE 1**

**AUTOR:
PAÚL ANDRÉS JÁTIVA MOREJÓN**

**TUTOR:
CÉSAR IVÁN ÁLVAREZ MENDOZA**

Quito, septiembre del 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Paúl Andrés Játiva Morejón, con documento de identificación N.º 1719778159, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: Diseño de una infraestructura de datos espaciales ambientales del campus sur de la Universidad Politécnica Salesiana - Fase 1, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO AMBIENTAL, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



.....
Paúl Andrés Játiva Morejón

1719778159

Septiembre, 2020

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, **DISEÑO DE UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES AMBIENTALES DEL CAMPUS SUR DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - FASE 1**, realizado por Paúl Andrés Játiva Morejón, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, septiembre del 2020



.....

CÉSAR IVÁN ÁLVAREZ MENDOZA

1720100922

DEDICATORIA

Este logro tan importante en mi vida se lo dedico a Dios por nunca abandonarme y demostrarme su amor cada día plasmado en la sonrisa de mi hija Anthonella.

A mi padre Jaime por ser el mejor ser humano en este planeta, por su amor incondicional y por qué ha sido ejemplo de vida. Este título es tuyo. Te amo.

A mi esposa Estefanía y mi hija Anthonella porque son la razón de mi vivir, las amo más que a nada en este mundo y luchare cada día por darles lo mejor.

A mi madre Marcela por enseñarme que el amor a los hijos esta sobre todo y todos. Te amo.

A mis hermanos Gabriel y Christian por estar siempre unidos y cuidarnos mutuamente. Los Amo.

A mi abuelita Teresa, aunque ya no está a mi lado sé que estaría feliz por verme crecer. Te amo.

A mis primos Luis Alberto y Juan Carlos, por ser dos seres que siempre cuidaron de mí y supieron aconsejarme.

A mis amigos Raúl, Francisco, Dennys, Jefferson Romero, Michelle, Jefferson Punguil, por ser incondicionales. Gracias.

Paúl

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi familia y las personas cercanas, porque de una o de otra manera han contribuido para que culmine esta etapa de mi vida estudiantil.

A mis compañeros, con los que fuimos compinches de haber logrado llegar hasta el final, apoyándonos y compartiendo conocimiento. Esteban, Edgar, Edison y Bryan, DBO siempre.

A Cesar, Marianita, Vane, Daniel, Andrés y Pame, quienes supieron aconsejarme y su vez ser un gran apoyo.

Agradezco también a los docentes de la Carrera de Ingeniería Ambiental por la preparación académica brindada, y un reconocimiento al PhD César Iván Álvarez, tutor de mi proyecto de investigación, excelente docente y profesional, pero sobre todo gran ser humano. Su apoyo fue fundamental para lograr llevar a cabo este proyecto.

Paúl

ÍNDICE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL TUTOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
3. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. Infraestructura de datos Espaciales (IDE).....	3
3.2. Geoportal.....	4
3.3. Postgres SQL y Postgis	5

3.4.	PIX4D mapper.....	6
3.5.	Visor web de ArcGIS	6
3.6.	Base de datos espacial-Geodatabase (PostGres y PostGis).....	7
3.7.	Base de datos Ambiental	7
3.8.	ArcGIS Server	7
3.9.	Estructura de una IDE alojada en ArcGIS Server	8
3.10.	Fotogrametría.....	9
3.11.	Vehículos aéreos no tripulados (UAV) o drones.....	9
3.12.	Ortofotografía	9
3.13.	Plan de vuelo	10
3.14.	Drone Deploy	11
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1.	Materiales y equipos.....	12
4.2.	Métodos.....	13
4.2.1.	<i>Diagrama de metodología</i>	13
4.2.2.	<i>Área de estudio</i>	14
4.2.3.	<i>Información campus (infraestructura, señalética, puntos de interés, etc.) contenidas en shapes o capas.....</i>	14
4.2.4.	<i>Obtención de información ambiental del campus</i>	16
4.2.5.	<i>Obtención de ortofotografía</i>	21

4.2.6.	<i>Geoprocesamiento de la ortofotografía</i>	24
4.2.6.1.	<i>Descarga de datos desde el drone (Ver anexo 1)</i>	24
4.2.6.2.	<i>Procesamiento de imágenes en software PIX4D (Ver anexo 2)</i>	24
4.2.7.	Gestión de base de datos y conexión con el servidor (Ver anexo 3)	24
4.2.7.1.	<i>Creación de la base de datos en Postgres SQL con extensión GIS (Ver anexo 4)</i>	24
4.2.7.2.	<i>Conexión base de datos con ArcGIS Pro y creación del esquema “sde” mediante la herramienta “Crear geodatabase corporativa” (Ver anexo 5)</i>	24
4.2.7.3.	<i>Creación de datasets dentro de la base de datos mediante ArcGIS Pro (Ver anexo 6)</i>	24
4.2.7.4.	Cargar información de la base de datos en el servidor ArcGIS (Ver anexo 7) ...	24
4.2.7.5.	Elaboración del geoportal.....	24
4.2.7.5.1.	Compilación de información visual en un mapa utilizando ArcGIS Pro y ArcMap (Ver anexo 8)	24
4.2.7.5.2.	Agregar y editar datos en el proyecto (Ver anexo 9).....	24
4.2.7.5.3.	Ingreso al server manager (Ver anexo 10).....	24
4.2.7.5.4.	Sincronización con base de datos, server manager y ArcGIS Online (Ver anexo 11)	24
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1.	Resultados	25
5.1.1.	<i>Conexiones entre la base de datos, servidor local y ArcGIS Online</i>	25

5.1.2.	<i>Visor Web GIS 2D y 3D como Geoportales del campus sur</i>	28
5.1.3.	<i>Geoportal Ambiental.....</i>	31
5.1.4.	<i>Diagrama de estructura del geoportal</i>	31
5.1.5.	<i>Visualización del geoportal ambiental</i>	31
5.2.	<i>Discusión.....</i>	34
5.2.1.	<i>Certificados SSL y acceso externo al servidor</i>	34
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
6.1.	Conclusiones	35
6.2.	Recomendaciones.....	35
7.	BIBLIOGRAFÍA	38
8.	ANEXOS	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de una IDE abierta.....	4
Figura 2: Estructura tecnológica	8
Figura 3: Dron DJI Phantom 4 pro	9
Figura 4: Fotogrametría	10
Figura 5: Plan de vuelo UPS Drone Deploy	11
Figura 6: Mapa de ubicación UPS-SUR	14
Figura 7: Cuadro datasets.....	15
Figura 8: Dron DJI Phantom 4 pro	21
Figura 9: Plan de Vuelo Campus Sur.....	22
Figura 10: Plan de vuelo	23
Figura 11: Carga de datos al server local.....	26
Figura 12: Verificación de esquema sde en base de datos.....	26
Figura 13: Capas publicadas en el servidor	27
Figura 14:Layers alojados en el server.	28
Figura 15: Vista previa del visor 2D.....	29
Figura 16: Vista previa del visor GIS 3D.	30
Figura 17: Vista previa del visor GIS 3D.	30
Figura 18: Visualización Geoportal	32
Figura 19: Visualización Geoportal Recorrido 360	33
Figura 20: Aplicaciones dentro del Geoportal	33
Figura 21: Descarga de datos a la computadora.	41
Figura 22: Geoprocesamiento con Pix4D.	42

Figura 23: Geoprocesamiento con Pix4D.....	42
Figura 24: Geoprocesamiento con Pix4D.....	43
Figura 25: Geoprocesamiento con Pix4D.....	43
Figura 26: Geoprocesamiento con Pix4D.....	44
Figura 27: Geoprocesamiento con Pix4D.....	45
Figura 28: Geoprocesamiento con Pix4D.....	46
Figura 29: Geoprocesamiento con Pix4D.....	46
Figura 30: Geoprocesamiento con Pix4D.....	47
Figura 31: Geoprocesamiento con Pix4D.....	48
Figura 32: Geoprocesamiento con Pix4D.....	48
Figura 33: Verificación base de datos.....	49
Figura 34: Extensión PostGis	50
Figura 35: Extensión Postgis.	50
Figura 36: Extensión PostGis.....	51
Figura 37: Conexión ArcGIS Pro 2.5 con Base de datos.....	52
Figura 38: Conexión ArcGIS Pro 2.5 con Base de datos.....	52
Figura 39: Conexión con server.....	53
Figura 40: Conexión con server.....	54
Figura 41: Conexión con server.....	54
Figura 42: Conexión con server.....	55
Figura 43: Creación de esquema sde.	56
Figura 44: Creación de esquema sde.	56
Figura 45: Creación de Datasets en base de datos.	57

Figura 46: Datasets en base de datos.	58
Figura 47: Datasets; definición de zona.	59
Figura 48: Importar clase de entidad.	59
Figura 49: Importar clase de entidad.	60
Figura 50: Agregar a mapa o escena.	60
Figura 51: Carga de datos al server local.	61
Figura 52: Publicación de servicios.	62
Figura 53: Carga de datos al server local-definición ubicación.	62
Figura 54: Vista de servicios cargados en el server.	63
Figura 55: Visualización de servicio de mapas.	63
Figura 56: Generación de visor web GIS en 2D.	64
Figura 57: Generación de visor web GIS en 3D.	65
Figura 58: Autenticación server manager.	66
Figura 59: Validación de datos en servidor a través de server manager.	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales y equipos	12
Tabla 2: Consumo eléctrico teórico campus sur	16
Tabla 3: Consumo eléctrico real campus sur	17
Tabla 4: Consumo de agua potable en metros cúbicos campus sur	19
Tabla 5: Material particulado UPS	19
Tabla 6: Gestión de residuos en el campus sur	20
Tabla 7: Configuración plan de vuelo.....	23
Tabla 8: Conexiones realizadas entre base de datos, servidores y equipo.....	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Descarga de datos desde el drone.....	41
Anexo 2: Procesamiento de imágenes en software PIX4D	41
Anexo 3: Gestión de base de datos y conexión con el servidor.....	49
Anexo 4: Creación de la base de datos en Postgres SQLcon extensión gis.....	49
Anexo 5: Conexión de base de datos con ArcGIS pro y creación del esquema “sde” mediante la herramienta “Crear geodatabase corporativa”	51
Anexo 6: Creación de datasets dentro de la base de datos mediante ArcGIS pro	58
Anexo 7: Cargar información de la base de datos en el servidor ArcGIS.	61
Anexo 8: Elaboración del geoportal.	64
Anexo 9: Agregar y editar datos en el proyecto	65
Anexo 10: Sincronización con base de datos, server manager y ArcGIS Online	67

RESUMEN

El presente trabajo se basó en la elaboración de un geoportal y visor web dedicado a la información espacial y ambiental del campus sur. Sustentándose en el uso y aplicación de vehículos aéreos no tripulados (UAV) para la obtención de datos espaciales georreferenciados, procesados con software y herramientas disponibles para cualquier usuario como lo son postgres SQL y la galería de herramientas de ArcGIS. Estos datos están albergados en un servidor local y están disponibles para futuros proyectos referentes.

La generación de ortomosaicos del campus sur, nos permitió elaborar una base de datos espacial y diferentes datasets en los cuales recopilamos la información que la fotografía aérea nos permitió analizar, siendo esta la principal herramienta para la foto interpretación.

El gestor de base de datos utilizado para esta etapa es el PgAdmin 4, cuyo motor está basado en postgres SQL y PostGIS como extensión espacial.

La herramienta utilizada para este proceso es el ArcGIS Pro 2.5, el cual posee la interfaz requerida para facilitar el proceso de foto interpretación, carga de datos y subida al servidor de los mismos, generando una conexión entre la base de datos de postgres y el servidor local.

Una vez procesada la información espacial se recopiló la información ambiental, refiriéndose básicamente al consumo energético, consumo de agua, gestión de residuos y contaminación del aire como principales indicadores ambientales albergados en nuestra base de datos.

Con la información recopilada y alojada en datasets, se procedió a cargarla al servidor mediante el ArcGIS Pro 2.5 y administrada por el servidor GIS (ArcGIS Server Manager).

Para la visualización de los datos procesados se utilizó la herramienta Visor de Escenas, disponible en ArcGIS Pro 2.5 y en ArcGIS Online, la cual posee gadgets y herramientas para la visualización en 2D y 3D, además de brindar la facilidad de configurar la interfaz.

Como resultado de estos procesos se obtuvo un visor web cuyos datos están almacenados y disponibles en el servidor local, así como en el dominio corporativo de ArcGIS de la Universidad Politécnica Salesiana.

ABSTRACT

The present work was based on the development of a geoportal and web viewer dedicated to spatial and environmental information on the southern campus. Based on the use and application of unmanned aerial vehicles (UAV) to obtain georeferenced spatial data, processed with software and tools available to any user such as postgres SQL and the ArcGIS tool gallery. These data are hosted on a local server and available for future reference projects.

The generation of orthomosaics from the campus sur allowed us to develop a spatial database and different datasets in which we collect the information that aerial photography allowed us to analyze, this being the main tool for photo interpretation.

The database manager used for this stage is PgAdmin 4, whose engine is based on Postgres SQL and PostGIS as a spatial extension.

The tool used for this process is ArcGIS Pro 2.5, which has the interface required to facilitate the process of photo interpretation, data uploading and uploading to the server, generating a connection between the postgres database and the local server.

Once the spatial information had been processed, the environmental information was collected, referring basically to energy consumption, water consumption, waste management and air pollution as the main environmental indicators stored in our database. With the information collected and stored in datasets, it was uploaded to the server using ArcGIS Pro 2.5 and managed by the GIS server (ArcGIS Server Manager).

For the visualization of the processed data, the Scene Viewer tool available in ArcGIS Pro 2.5 and in ArcGIS Online was used, which has gadgets and tools for 2D and 3D visualization, in addition to providing the ease of configuring the interface.

As a result of these processes, a web viewer was obtained whose data is stored and available on the local server, as well as in the corporate domain of ArcGIS of the Universidad Politécnica Salesiana.

1. INTRODUCCIÓN

El acceso a geoportales se ha vuelto algo muy necesario en la actualidad, ya que con estas herramientas se vuelve más dinámica la interacción con la información disponible, resultando una herramienta de mucha utilidad desde la investigación como para la simple navegación tomando en cuenta situaciones que hacen complicado el conocer espacios, infraestructura y la obtención de datos en sí (Pino, 2018).

La información recopilada y visualizada a través de un visor web o geoportal nos brinda la opción de realizar tours virtuales e interactuar con los datos que el sitio dispone, además de tener la opción de contribuir con más información e incluso aportar como desarrollador.

Estas son unas de las muchas ventajas que tiene un geoportal, la facilidad para visualizar en 2D o 3D y descargar información de una manera gratuita.

La foto interpretación como herramienta generadora de contenido que junto al uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) o como se los conoce comúnmente “Drones”, en conjunto representan una herramienta potente con la cual se facilita el análisis geoespacial y nos brinda una perspectiva diferente e innovadora para la generación de bases de datos gratuitas.

Este proyecto fue planeado para brindar a los usuarios, tanto a estudiantes, docentes, administradores y público en general, un servicio de mapas dinámico con información del campus sur generada a partir de un visor web de libre acceso y con base para que a futuro se actualice acorde al avance tecnológico, siendo una herramienta que facilite el acceso a la información.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Implementar un Geoportal con la información ambiental del campus sur de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, mediante el uso de ArcGIS Server.

2.2. Objetivos Específicos

- Diseñar una infraestructura de datos espaciales en base a datos ambientales y datos de uso en un Sistema de Información Geográfica Web.
- Generar una aplicación de usabilidad para público interno y externo, mediante la herramienta ArcGIS Server.
- Estructurar una Geodatabase ambiental para el campus sur.

3. MARCO TEÓRICO

Durante los últimos años el acceso a la información geográfica y espacial ha venido creciendo junto con la tecnología y de las herramientas que facilitan tanto la interacción de los usuarios como la creación de contenido e información útil.

Las geociencias en su afán de facilitar el acceso a la información y por ende la facilidad para generar espacios de investigación, ha desarrollado herramientas que facilitan la generación de contenido y que a su vez vienen siendo el pilar fundamental para que los usuarios puedan contribuir con información mediante el uso de aplicaciones y software.

El presente capítulo tiene como fin el familiarizarnos con la terminología utilizada por programadores, docentes, creadores de contenido, estudiantes y aficionados a las geociencias que están en constante búsqueda de herramientas SIG y particularmente en visores ambientales con la información útil, de interés y necesaria.

3.1. Infraestructura de datos Espaciales (IDE)

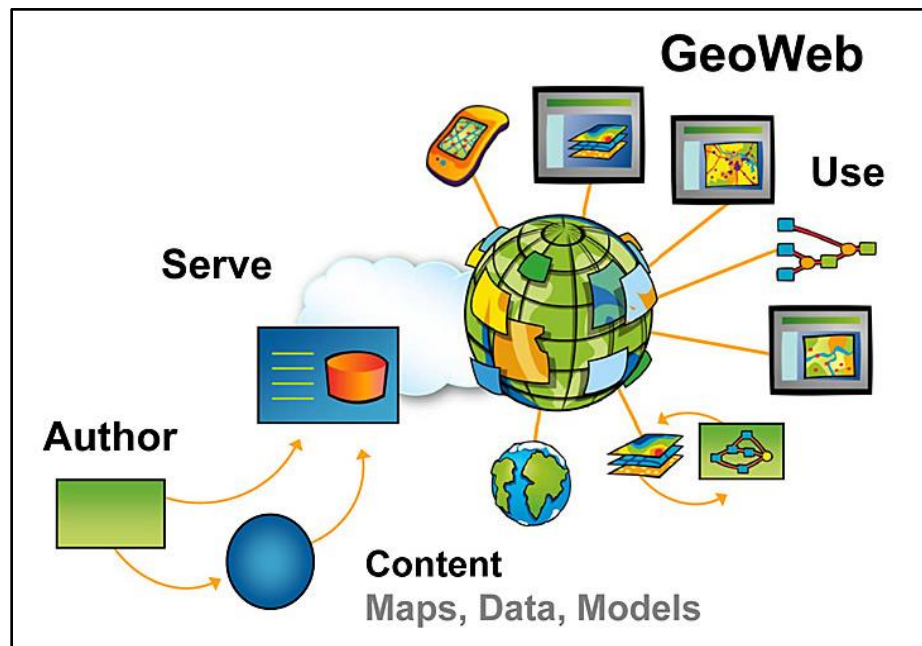
Una Infraestructura de Datos Espaciales o sus siglas IDE, es una red descentralizada de servidores, que incluye datos y atributos geográficos; metadatos, métodos de búsqueda, visualización y valoración de los datos, catálogos, cartografía On line y algún mecanismo para proporcionar acceso a los datos espaciales disponibles (Veintimilla, 2015)

En la siguiente figura podemos observar la interacción entre el creador, el usuario, la información y las aplicaciones que permiten el acceso a la información.

Figura 1)

En la siguiente figura podemos observar la interacción entre el creador, el usuario, la información y las aplicaciones que permiten el acceso a la información.

Figura 1 Estructura de una IDE abierta



Nota: Fuente: (gvSIG, 2017)

3.2. Geoportail

Es un portal web utilizado para búsqueda, acceso, visualización de información geográfica y adquisición de los servicios geográficos asociados (visualización, edición, análisis, etc...) utilizando las redes de internet.

Los geoportales son importantes para el uso eficaz de los sistemas de información geográfica (SIG) y es un elemento clave de la Infraestructura de Datos Espaciales (Instituto Geográfico Militar Ecuador, 2015).

3.3. Postgres SQL y Postgis

Postgres SQL: es un sistema gestor de bases de datos relacionales que está orientado a objetos, de libre acceso y multiplataforma.

Se empezó a desarrollar desde 1996 por personal militar, para más tarde pasar a manos civiles dando un uso no condicionado del software.

Su uso como un gestor de base de datos básicamente se debe a que los elementos de la base de datos pueden ser tratado como objetos a los cuales se les puede dar características o atributos (Gonzales, J. 2018).

Al ser multisistema o multiplataforma, puede ser instalado en Microsoft Windows, GNU/Linux, MacOS, BSD entre otros sistemas operativos.

Es extensible, podemos añadir funcionalidades que no vengan provistas de fábrica, para el caso propio usaremos una de sus extensiones Postgis.

PostGis: Se trata de un módulo de ampliación o extensión indispensable para PostgreSQL a la hora de trabajar en proyectos con herramientas SIG, es decir en bases de datos espaciales.

Brinda soporte para trabajar con archivos ráster y vectoriales, en base a funcionalidades para análisis, transformación y consultas. Además de facilitar herramientas de geocodificación, 3D, topología, rutas, etc, funcionando como un Sistema de Información Geográfico de escritorio, que para su mejor rendimiento debe ser complementado con un software para el procesamiento de la información.

PostgreSQL es escalable y puede manejar bases de datos enormes, de más de 100 Terabytes y funciona bajo licencia libre, podemos usarlo para cualquier propósito sin ningún problema (PostgreSQL, 2016)

3.4. PIX4D mapper

Pix4D es un software de fotogrametría que, a partir de un conjunto de imágenes con solape, genera nubes de puntos en común entre ellas para construir ortomosaicos y modelos digitales de superficie (MDS) y del terreno (MDT) para generar cartografía 2D y modelos 3D.

El software Pix4D hace que la obtención de resultados precisos sea muy eficiente en el tiempo, con mediciones intuitivas y análisis de proyectos (TYC&GIS, 2019)

Cartografía: Creación de resultados en 2D y 3D para catastro, planificación urbana, modelización del terreno, cartografía a gran escala, monitoreo ambiental, etc. Actualización sencilla y eficiente de la cartografía (TYC&GIS, 2019).

3.5. Visor web de ArcGIS

Es un visor que brinda al usuario una interfaz sencilla en la cual puede visualizar un mapa web de ArcGIS, el mismo que tiene variedad de opciones dependiendo del tipo de mapa que se visualice, es decir, se puede editar los datos si el mismo posee una capa editable. Este tipo de visores incluye barras de herramientas, gadgets y opciones para adaptarse a los requerimientos del usuario, principalmente para ser funcionales en ordenadores, móviles, tabletas e incluso en equipos GPS.

Los requisitos para generar un visor deben estar en función de la necesidad con la que se lo creo. Por ello deben estar en correcta conexión con una base de datos espaciales provista de la información requerida (shapes, tablas, etc.) alojada en un servidor de ArcGIS (ArcGIS Pro, s.f.).

3.6. Base de datos espacial-Geodatabase (PostGres y PostGis)

Es una base de datos relacional a la cual se la ha añadido el atributo espacial Gis, mediante la extensión PostGis, para lo cual previamente fue elaborada sobre la plataforma SQL con el software Postgres y que al generar una conexión SDE mediante la caja de herramientas del ArcGIS Pro o ArcGIS Desktop se conectará al servidor en el cual estará alojada la información.

3.7. Base de datos Ambiental

Una base de datos ambiental es un conjunto o colección de información de carácter ambiental organizada de forma que un software para ordenador o móviles, pueda seleccionar rápidamente los datos que se requiere. Una base de datos es un sistema de archivos electrónicos que ocupa un espacio físico y virtual dentro de un servidor.

Una base de datos ambiental posee varias entradas o categorías dependiendo las necesidades con las que se las crea, por ejemplo: se puede cargar datos con información sobre cuencas hidrográficas, extensión, área, zonas de muestreo, zonas de contaminación (alta-media-baja), etc. Todo en cuanto el programador vea necesario implementar y cuya visualización se va a dar por medio de un SIG.

3.8. ArcGIS Server

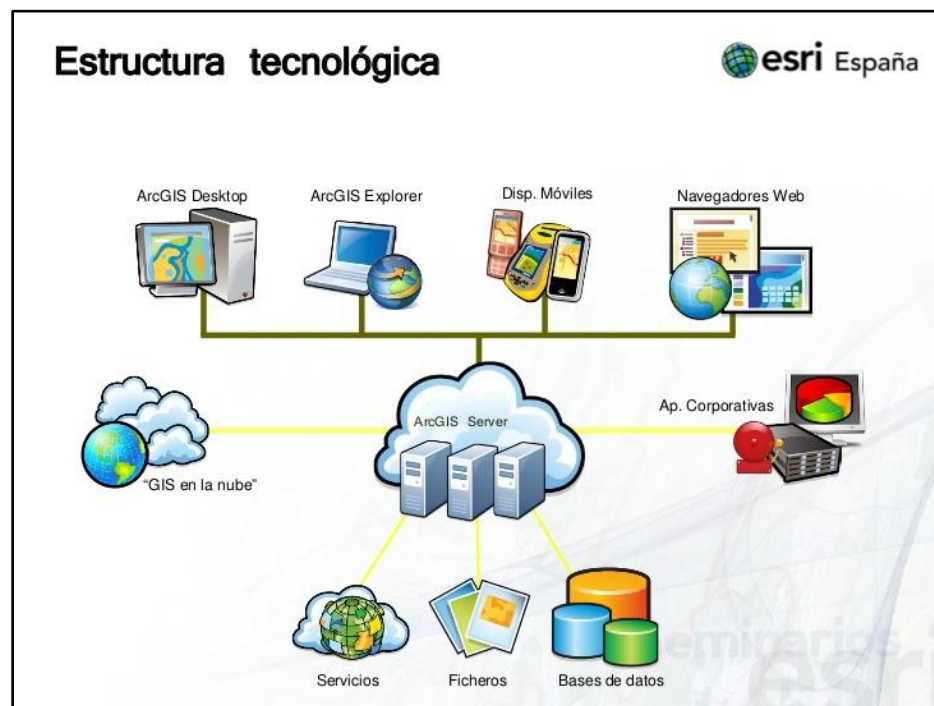
ArcGIS Server es un componente de software de servidor back-end de ArcGIS Enterprise que pone su información geográfica a disposición de otras personas de su organización y, de manera opcional, a disposición de cualquiera con una conexión a Internet. Esto se logra a través de los servicios Web, que permiten que un equipo servidor potente reciba y procese las solicitudes de información enviadas por otros dispositivos (ESRI, 2019).

Esta herramienta en particular es la que posee una interfaz más sencilla y por ende es la más utilizada, cabe recalcar que no es software libre y para poder adquirirla es necesario comprar una licencia la cual pertenece a ESRI.

3.9. Estructura de una IDE alojada en ArcGIS Server

En la Figura 2 podemos observar la manera en la que se implementa una IDE para poder utilizar sus recursos.

Figura 2: Estructura tecnológica



Nota: Fuente: (ESRI, 2019)

De la figura podemos observar como un usuario puede cargar contenido (shapefiles, tablas, raster) con información espacial a un servidor GIS, cuya información se verá representado a través de un mapa, es decir, los datos que están en el servidor, se comparten no como un archivo de capas, si no, como una imagen con toda la información alojada en el servidor, cuya interfaz es configurable para que el usuario pueda interactuar con los datos.

3.10. Fotogrametría

La fotogrametría es el arte, la ciencia y tecnología de obtener información fiel acerca de objetos físicos y su entorno a través de procesos de grabación, medición e interpretación de imágenes fotográficas y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos (CEUPE, 2020).

3.11. Vehículos aéreos no tripulados (UAV) o drones

Un UAV es un vehículo volador no tripulado (Figura 3), cuya abreviación proviene de sus siglas en inglés: unmanned aerial vehicle. Las siglas UAV son utilizadas en el ámbito militar y por eso no es tan común como el termino drone (Juguetecnic, 2020).

Figura 3: Dron DJI Phantom 4 pro



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

3.12. Ortofotografía

La ortofotografía aérea es un producto cartográfico georreferenciado y corregido de una fotografía obtenida mediante una aeronave tripulada o mediante un drone, para pasar de la representación en perspectiva cónica del territorio a una perspectiva ortogonal, corrigiéndolas de tal manera que se obtenga una sola fotografía con un ángulo de 90° respecto del suelo como se puede observar en la figura 4. La ortoproyección aplicada a fotografías o imágenes digitales aéreas,

mediante el software adecuado permite la obtención de la Ortofotografía digital. El resultado mantiene toda la información de la fotografía aérea, permitiendo además medir a escala, tanto distancias como superficies, garantizando el ajuste con mapas existentes en la misma. Es más preciso cuando a parte de la aeronave con la que se obtuvo las fotografías digitales georreferenciadas, se utiliza también un GPS para de tal manera ser más precisos (Junta de Andalucía, 2019). Figura 4

Figura 4: Fotogrametría

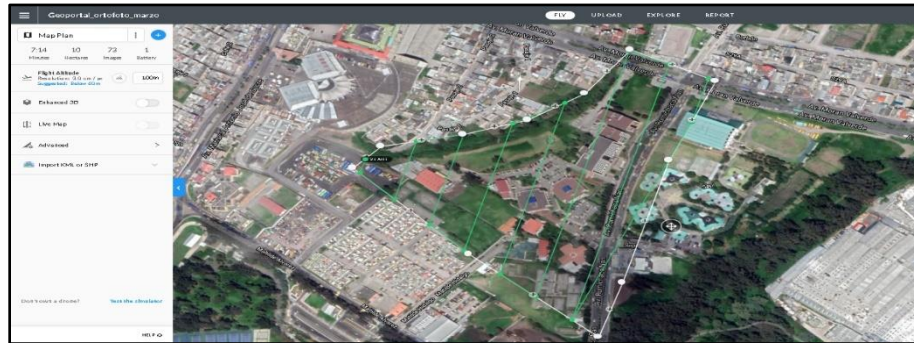


Nota: Fuente: (ArcGIS Pro, s.f.)

3.13. Plan de vuelo

Para la obtención de la ortofotografía, necesitaremos planificar previamente sobre el área en la cual está el objeto o los objetos de interés, por ello es importante realizar un plan de vuelo en el que se determina el área, altura de vuelo, solapamiento, calidad de la imagen (resolución, imagen 2D o 3D). Para realizar el plan de vuelo se dispone de herramientas o aplicaciones para ordenadores y móviles en las cuales a través de un mapa podemos determinar manualmente el área de interés y a su vez este software nos indicara el tiempo requerido, la cantidad de baterías necesarias para realizar las fotografías entre otras características. Las herramientas que se usaron para este proyecto son Drone deploy y DJIgo4.

Figura 5: Plan de vuelo UPS Drone Deploy



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

3.14. Drone Deploy

Es una herramienta tecnológica gratuita y de versión paga, cuya plataforma se basa en un live map, es decir mapeo en tiempo real. Esta aplicación permite al usuario conectar el drone y mapear la zona, generar áreas de trabajo o realizar fotografías para luego procesarlas y generar ortomosaicos o reportes fotográficos.

Es una aplicación muy completa ya que se puede elegir las características con las que se desea obtener las fotografías aéreas. con drone deploy podemos generar un espacio de trabajo, configurarlo desde un computador o móvil sin necesidad de tener el drone conectado o incluso sin internet, de esta manera se facilita el trabajo en campo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo detallamos los materiales, equipos y metodología utilizada para la elaboración del geoportal del campus sur de la Universidad Politécnica Salesiana-Sede Quito.

4.1. Materiales y equipos

En la siguiente tabla (Tabla 1) se detallan los materiales y equipos utilizados durante la investigación.

Tabla 1:

Materiales y equipos

MATERIALES	EQUIPOS
<ul style="list-style-type: none">• Material de oficina• Mapa físico de las instalaciones del campus sur de la UPS	<ul style="list-style-type: none">• Drone Dji Phantom 4 Pro.• Movil con software: Djigo4, Drone-Deploy.• Cámara fotográfica.• Servidor físico.• Computador con el software requerido para el geoprocesamiento: Pix4D, ArcGIS Pro, ArcGIS Server, Autocad.

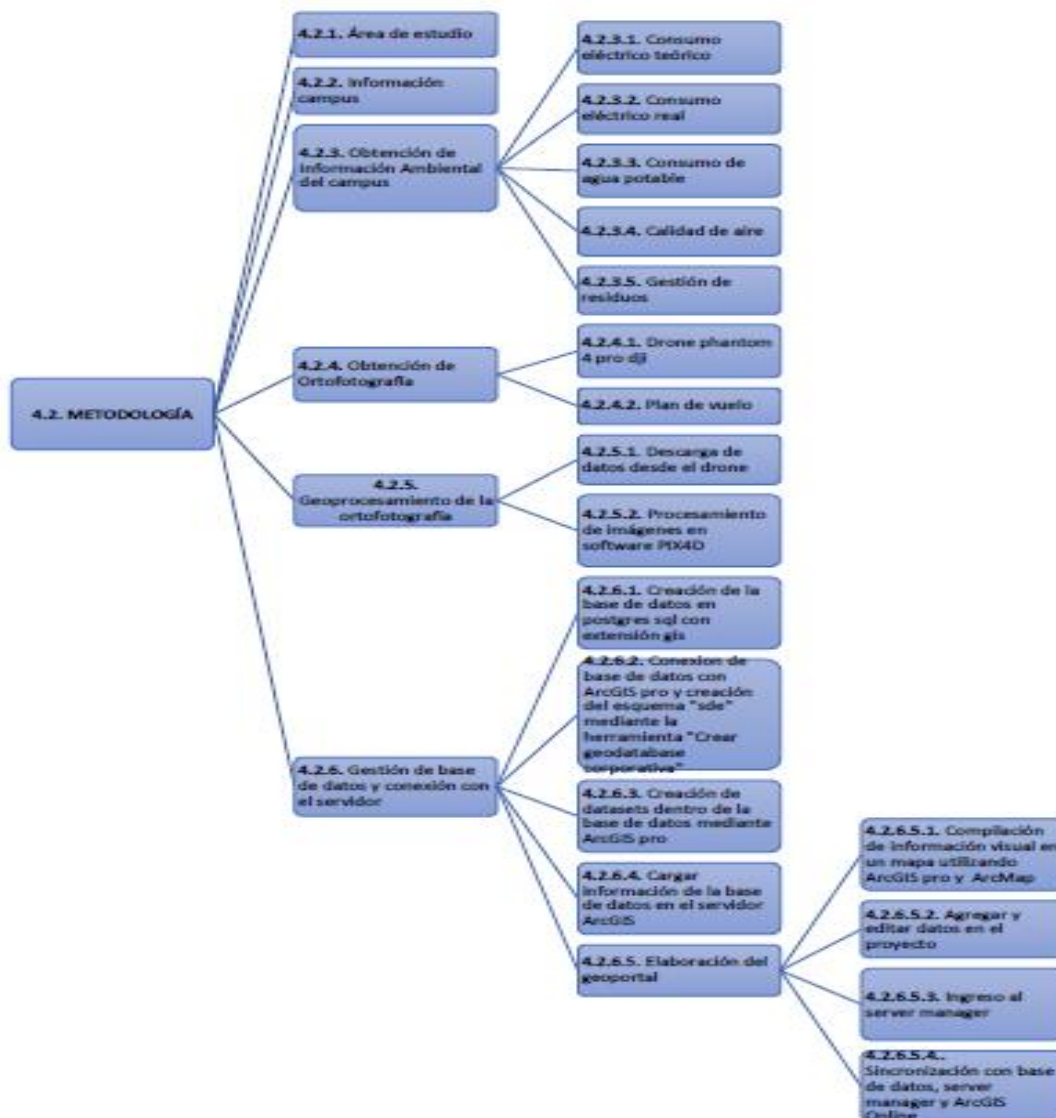
Nota: Elaborado por: Játiva P, 2020.

4.2. Métodos

La metodología aplicada ha sido definida en base al autor y al docente tutor, en la cual se definió 6 etapas o fases para la investigación, desarrollo e implementación del geoportal. A continuación se detallan las fases mediante un diagrama.

4.2.1. Diagrama de metodología

Diagrama 1: Metodología

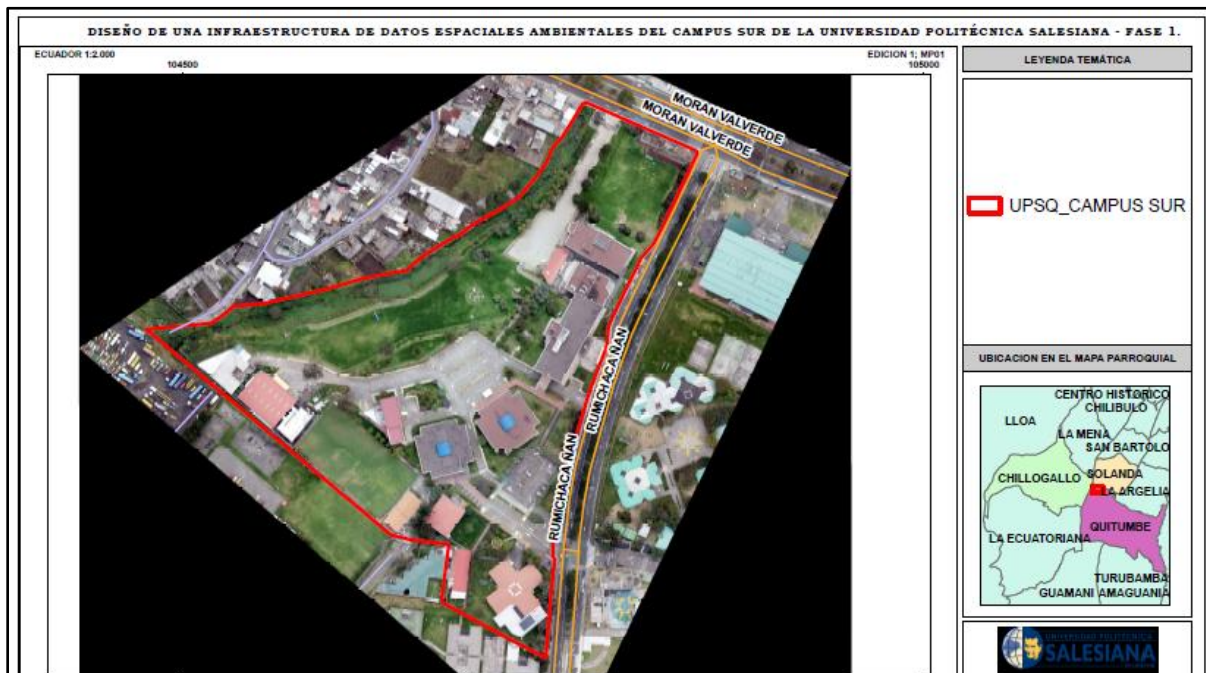


Nota: Elaborado por: Játiva P, 2020.

4.2.2. Área de estudio

Se establecerán los límites del área sobre la cual se procederá a realizar el proyecto, para este caso son: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, campus sur, limita al norte con la avenida Moran Valverde, al sur con la Unidad Educativa Rafael Bucheli, al este con la avenida Rumichaca Ñan y al oeste con entrada al colector del sector Las Cuadras (Quebrada). Figura 6

Figura 6: Mapa de ubicación UPS-SUR



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

4.2.3. Información campus (infraestructura, señalética, puntos de interés, etc.) contenidas en shapes o capas

Se levantó la información técnica previamente para procesarla en el software GIS de tal manera que se la represento como entidades, capas o shapes detallados a continuación, (Figura 7)

Áreas verdes: Constituyen los sitios dedicados para esparcimiento, jardinería y ornato del campus.

Datos ambientales: Conformado por el conjunto de datos e información ambiental obtenidos en el campus a partir de matrices y planillas de consumo energético, agua, gestión de residuos y contaminación del aire.

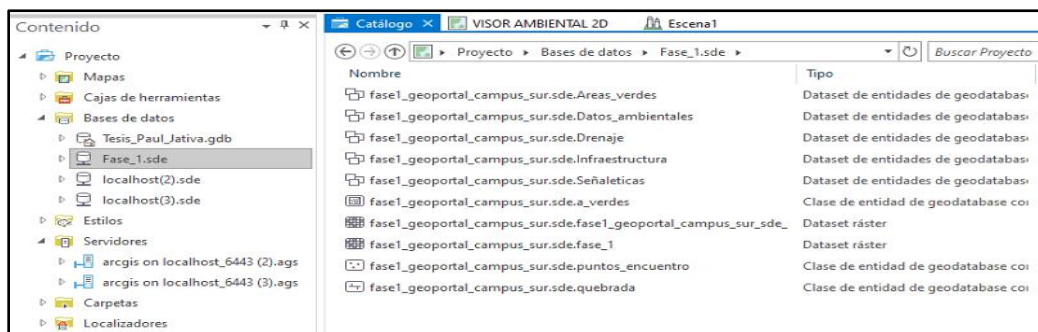
Drenaje: Se refiere a la quebrada ubicada al costado oeste del campus sur, en la entrada al colector de la avenida Moran Valverde, cuyo inicio está ubicado en el extremo sur del campus, colindado con el mercado de Las Cuadras.

Infraestructura: Capa conformada por la representación espacial de los bloques o edificios, zonas de interés (estación meteorológica, paneles solares), garitas de guardianía, parqueaderos, canchas deportivas, muros.

Señaléticas: Conformado por un polígono el cual delimita el campus, zonas de encuentro, rutas de evacuación, ubicación de extintores.

Ráster: es la entidad que contiene el ortomosaico del campus sur.

Figura 7: Cuadro datasets



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

4.2.4. Obtención de información ambiental del campus

La información ambiental se obtuvo principalmente de la administración del campus sur y de la dirección de carrera, que se encargó de facilitar la misma para el procesamiento.

Cabe recalcar que esta información es privada y su uso es netamente informativo, en ciertos casos se realizó una estimación con fines educativos.

4.2.4.1. Consumo eléctrico teórico

Para el consumo eléctrico se tomó como referencia la auditoría realizada en el año 2019 en donde se levantó la información del campus y su consumo teórico en Kw-h.

Los datos obtenidos en campo nos dan un valor teórico en cuanto al consumo acumulado por edificio, bloque o área en donde se encuentran conectados a la red equipos eléctricos, electrónicos, luminarias, los cuales fueron tabulados y detallados en la siguiente tabla (Tabla 2)

Tabla 2

Consumo eléctrico teórico campus sur

NOMBRE AREA	CONSUMO ELECTRICO MENSUAL (Kw-h)
AREA VERDE CAPILLA	NO
AREA VERDE PRINCIPAL	NO
AUDITORIO P. JOSE CAROLLO	993.89
AULA MAGNA	993.89
BLOQUE A	5,714.40
BLOQUE B	20073.47
BLOQUE C	18217.47
BLOQUE D	35536.71
BLOQUE E	5664.43
BLOQUE F	10327.19
BLOQUE G	15226.24
BLOQUE H	26413.5
BLOQUE I	13191.7

NOMBRE_ÁREA	CONSUMO ELECTRICO MENSUAL (Kw-h)
BODEGA-ORATORIO	2782.15
CANCHA BLOQUE G	NO
CANCHA PRINCIPAL	NO
ESTACION METEOROLOGICA	95,10
PARQUEADERO Bloque B	3610.29
PARQUEADERO Bloque F	3610.29
PARQUEADERO BLOQUE G-CAFETERIA	3610.29
PARQUEADEROS RUMICHACA	3610.29
TALLERES MECANICA AUTOMOTRIZ	4807.04

Nota: Fuente: (Rubio, 2019)

4.2.4.2. **Consumo eléctrico real.** El consumo eléctrico del campus sur se refleja en dos suministros, de los cuales el suministro al que se nos permitió acceder para recopilar la información es el de mayor consumo, por ende, es el que refleja más acertadamente el consumo real del campus. Los datos recopilados corresponden al periodo enero-2019 a diciembre-2019. A continuación, se presenta una tabulación del consumo en kw-h (Tabla 3):

Tabla 3

Consumo eléctrico real campus sur

CONSUMO ENERGIA ELECTRICA CAMPUS SUR 2019-2020		
AÑO	MES	KW-h
2019	Enero	47996.53
	Febrero	46856.36
	Marzo	36397.37
	Abril	51060.18
	Mayo	46592.47
	Junio	48539.09
	Julio	49351.68
	Agosto	43574.4
	Septiembre	41444.64
	Octubre	43476.48

	Mes	Kw-h
	Noviembre	50967.36
	Diciembre	56978.89
	TOTAL	563235.45

Nota: Fuente: Auditoría eléctrica UPS 2018

CONSUMO ENERGIA ELECTRICA CAMPUS SUR 2019-2020	
MES	KW-h
Enero	47996.53
Febrero	46856.36
Marzo	36397.37
Abril	51060.18
Mayo	46592.47
Junio	48539.09
Julio	49351.68
CONSUMO ENERGIA ELECTRICA CAMPUS SUR 2019-2020	
MES	KW-h
Agosto	47996.53
Septiembre	46856.36
Octubre	36397.37
Noviembre	51060.18
Diciembre	46592.47
TOTAL	48539.09

Nota: Fuente: (Empresa Electrica Quito SA, 2019)

4.2.4.3. **Consumo de agua potable.** En cuanto al consumo de agua potable, es de relevancia mencionar que se dispone de datos generales ya que el suministro del cual nos basamos para la tabulación de datos es el principal del campus. El periodo de datos obtenidos es desde agosto-2019 hasta mayo-2020, los cuales están en la siguiente (Tabla 4):

Tabla 4

Consumo de agua potable en metros cúbicos campus sur

CONSUMO AGUA CAMPUS SUR 2019-2020		
AÑO	MES	m3
2019	Agosto	289
	Septiembre	242
	Octubre	298
	Noviembre	129
	Diciembre	313
2020	Enero	453
	Febrero	281
	Marzo	345
	Abril	359
	Mayo	32
TOTAL		2741

Nota: Fuente: (Empresa Publica metropolitana de alcantarillado agua potable y saneamiento de Quito, 2019-2020)

4.2.4.4. **Calidad del aire.** Los datos de contaminación del aire, netamente del material particulado 10(PM10) y material particulado 2,5 (PM 2,5) se obtuvo del repositorio digital institucional cuyos datos están en un periodo de tiempo relativamente cercano y fueron tabulados para su mejor entendimiento. (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 5.

Material particulado UPS

NOMBRE_AREA	MATERIAL PARTICULADO	
	PM 2,5(1-100)	PM 10(1-100)
AREA VERDE CAPILLA	21	65
AREA VERDE PRINCIPAL	20,2	45,87
AUDITORIO P. JOSE CAROLLO	9	8,98
AULA MAGNA	20	20
BLOQUE A	20	20
BLOQUE B	19,8	20
BLOQUE C	20	25
BLOQUE D	20,8	65,6
BLOQUE E	20	18
BLOQUE F	21	25

NOMBRE_AREA	PM 2,5(1-100)	PM 10(1-100)
BLOQUE G	20	20
BLOQUE H	21,3	22
BLOQUE I	20	22,8
BODEGA-ORATORIO	2	9,4
CANCHA BLOQUE G	23	20
CANCHA PRINCIPAL	20	17,19
ESTACION METEOROLOGICA	21	18
PARQUEADERO Bloque B	19,8	20
PARQUEADERO Bloque F	21	22
PARQUEADERO BLOQUE G-CAFETERIA	20	20
PARQUEADEROS RUMICHACA	19,8	20
TALLERES MECANICA AUTOMOTRIZ	8,3	9

Nota: Fuente: (Rubio, 2019)

4.2.4.5. **Gestión de residuos.** Los residuos generados en todas las sedes de la universidad son clasificados y sometidos según el criterio CRETIB, por lo tanto, según su origen son depositados o almacenados en su respectivo contenedor. Cabe recalcar que la universidad posee el Registro generador de residuos y desechos peligrosos otorgado por el MAE. Para el caso del campus sur, los residuos generados en los diferentes laboratorios son entregados a GADERE, que es un gestor externo el cual se encarga de dar el tratamiento adecuado a los residuos según sus términos de referencia. A continuación, en la siguiente tabla, se presenta la cantidad de residuos en kilogramos que se genera mensualmente por carrera (Tabla 5):

Tabla 5

Gestión de residuos en el campus sur

Gestión de residuos-GADERE	
Bloque	Cantidad (kg)
AMBIENTAL	122.3
ELECTRICIDAD	6.9
MECANICA	170
ENSAYO MATERIALES	6427.6
DISPENSARIO MEDICO	3.8
TOTAL	6730.6

Nota: Fuente: Departamento de mantenimiento campus sur.

4.2.5. Obtención de ortofotografía

Para poder realizar el análisis espacial se requiere de un ortomosaico en el cual se contemple los elementos que componen el campus sur. Para ello se requiere del equipo para realizar un vuelo sobre el área de trabajo y a su vez el software para procesar la información obtenida. (Figura 8)

4.2.5.1. Drone phantom 4 pro dji

Figura 8: Dron DJI Phantom 4 pro



Nota: Fuente: (DJI)

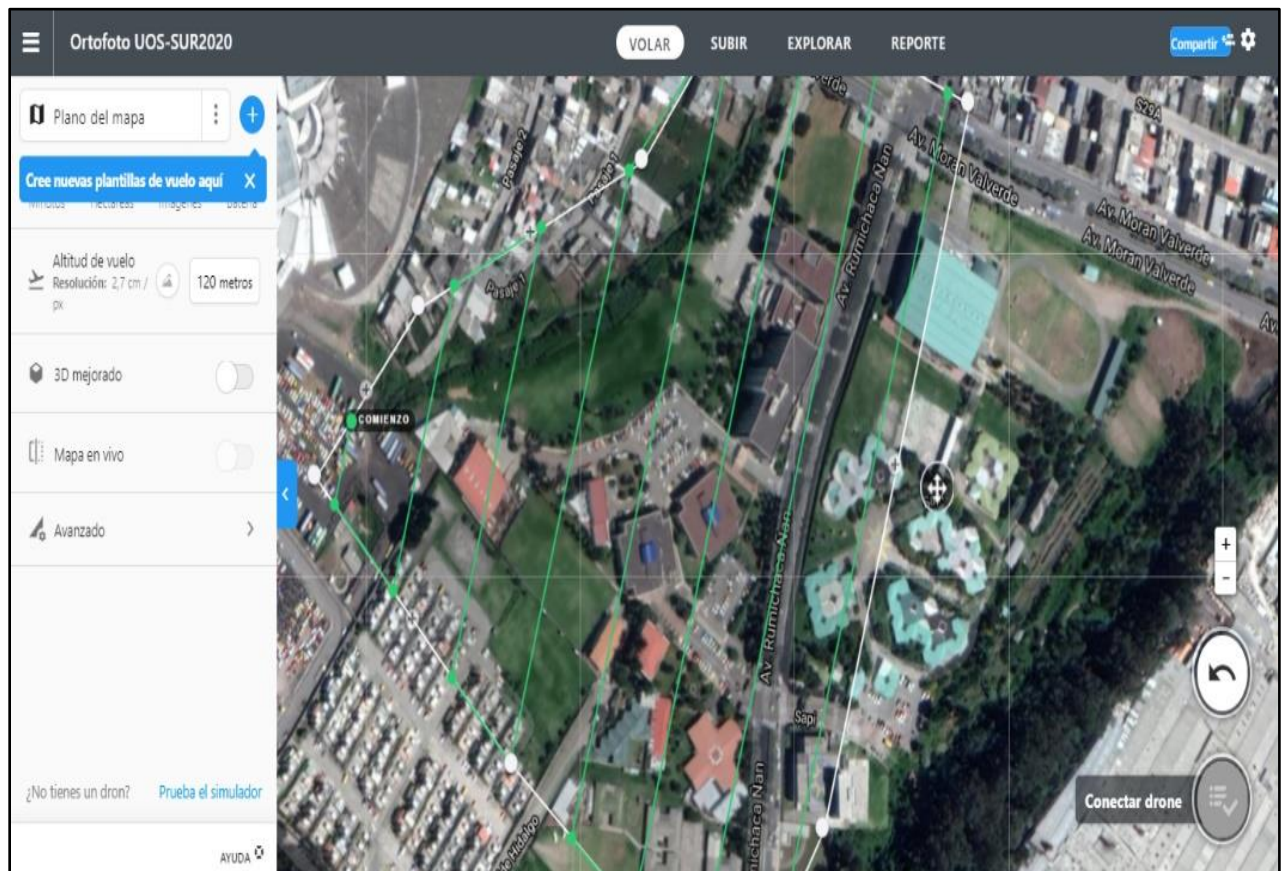
Como podemos observar en la figura 8, se trata de un drone premium, por lo que viene equipado con los últimos avances tecnológicos de la marca DJI destacando el sensor para evitar obstáculos en 5 direcciones, convirtiendo al Phantom 4 Pro en un antichoques. Otra ventaja importante es todos los modos de vuelo inteligente que trae el drone, ya que facilita en gran medida el pilotaje. El tiempo de vuelo es de unos 27 minutos de vuelo real como en el Mavic Pro (TYC&GIS, 2019).

4.2.5.2. **Plan de vuelo.** Al momento de realizar la toma de la ortofotografía se debe tener muy en cuenta la hora del día y en lo posible evitar lluvia, vientos fuertes y sitios cerrados, recomendable antes del mediodía y en días soleados.

El plan de vuelo realizado mediante la aplicación Drone Deploy, contempla el área delimitada mediante un polígono, en el cual se abarca todo el campus. (Drone Deploy, 2018). (

Figura 9).

Figura 9: Plan de Vuelo Campus Sur



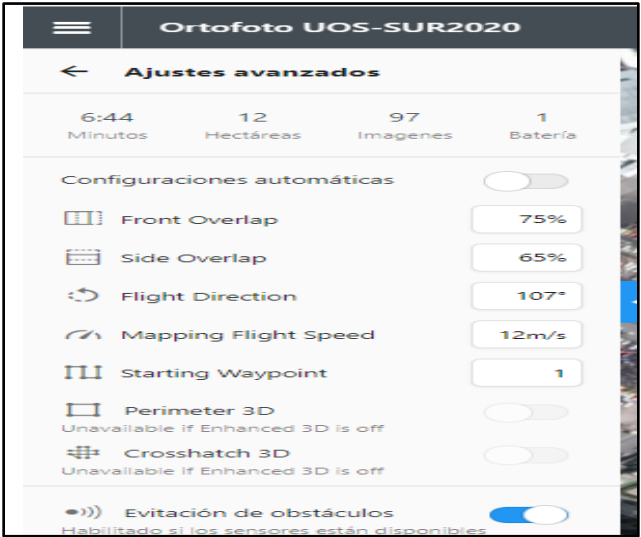
Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

La configuración de los parámetros de vuelo en Drone Deploy permite que las ortofotos obtenidas tengan un tamaño específico de pixel, teniendo en cuenta además que todas las

configuraciones previas al vuelo definirán la calidad y la característica del ortomosaico a obtener, por ello es muy importante conocer la altura de vuelo, 3D, solapamiento y sobre todo la cantidad de baterías necesarias para cumplir con la misión, en la siguiente figura podemos visualizar el tablero de control del Drone Deploy. (

Figura 10)

Figura 10: Plan de vuelo



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

En la Tabla 7 se muestra resumida la configuración de Drone Deploy para el plan de vuelo.

Tabla 6

Configuración plan de vuelo

Configuración del Plan de Vuelo			
Minutos	Área (ha)	Imágenes	Baterías
6:50	12	97	1
Front Overlap	Side Overlap	Flight speed	3D
75%	65%	12 m/s	Off

Nota: Elaborado por: Játiva P, 2020.

4.2.6. Geoprocesamiento de la ortofotografía

Para procesar las imágenes que se obtuvieron con el drone, es necesario conocer el proceso de descarga hasta el proceso de análisis fotogramétrico. Para ello se recopiló los pasos a seguir mediante tutoriales. A continuación, se detallan dichas etapas cuyos procesos se encuentran anexos.

- 4.2.6.1. *Descarga de datos desde el drone* ([Ver anexo 1](#))
- 4.2.6.2. *Procesamiento de imágenes en software PIX4D* ([Ver anexo 2](#))
- 4.2.7. *Gestión de base de datos y conexión con el servidor* ([Ver anexo 3](#))
 - 4.2.7.1. *Creación de la base de datos en Postgres SQL con extensión GIS* ([Ver anexo 4](#))
 - 4.2.7.2. *Conexión base de datos con ArcGIS Pro y creación del esquema “sde” mediante la herramienta “Crear geodatabase corporativa”* ([Ver anexo 5](#))
 - 4.2.7.3. *Creación de datasets dentro de la base de datos mediante ArcGIS Pro* ([Ver anexo 6](#))
 - 4.2.7.4. *Cargar información de la base de datos en el servidor ArcGIS* ([Ver anexo 7](#))
 - 4.2.7.5. *Elaboración del geoportal*
 - 4.2.7.5.1. *Compilación de información visual en un mapa utilizando ArcGIS Pro y ArcMap* ([Ver anexo 8](#))
 - 4.2.7.5.2. *Agregar y editar datos en el proyecto* ([Ver anexo 9](#))
 - 4.2.7.5.3. *Ingreso al server manager* ([Ver anexo 10](#))
 - 4.2.7.5.4. *Sincronización con base de datos, server manager y ArcGIS Online* ([Ver anexo 11](#))

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados

5.1.1. Conexiones entre la base de datos, servidor local y ArcGIS Online

En esta sección se mostrarán los resultados de la gestión de conexión entre la base de datos generada con postgres SQL, ArcGIS Pro y ArcGIS Online, las cuales se deben sincronizar para alojar los layers, shapes y servicios tanto en el servidor como en el geoportal.

A continuación, se resume las conexiones y la evidencia de las mismas. (Tabla 7)

Tabla 7

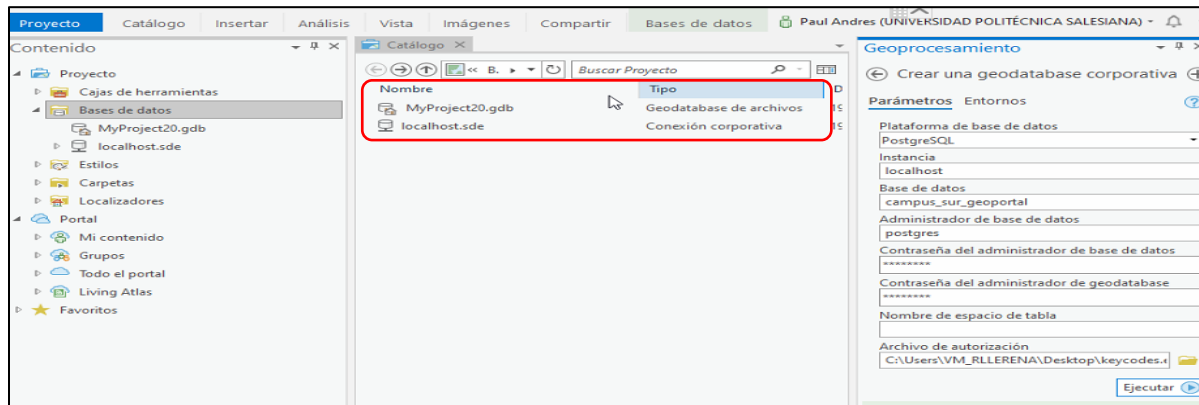
Conexiones realizadas entre base de datos, servidores y equipo

CONEXIÓN	VALIDACION
BD con ArcGIS Pro 2.5	Si. Validando la base de datos con el administrador de ArcGIS server, esquema sde.
ArcGIS Pro 2.5 con local host	Si, Usando herramienta Crear geodatabase corporativa en ArcGIS Pro
ArcGIS Pro 2.5 con ArcGIS Online	Si, Realizando conexión con servidor GIS en instancia local: localhost:6443/ArcGIS
ArcGIS Online con local host	Si, condicionado. Se debe validar la base de datos cada inicio de sesión en el administrador de ArcGIS Server.

Nota: Elaborado por: J. Paul

- En la siguiente figura se observa la conexión BD con ArcGIS Pro 2.5 y el localhost que es el servidor local. Figura 11

Figura 11: Carga de datos al server local.

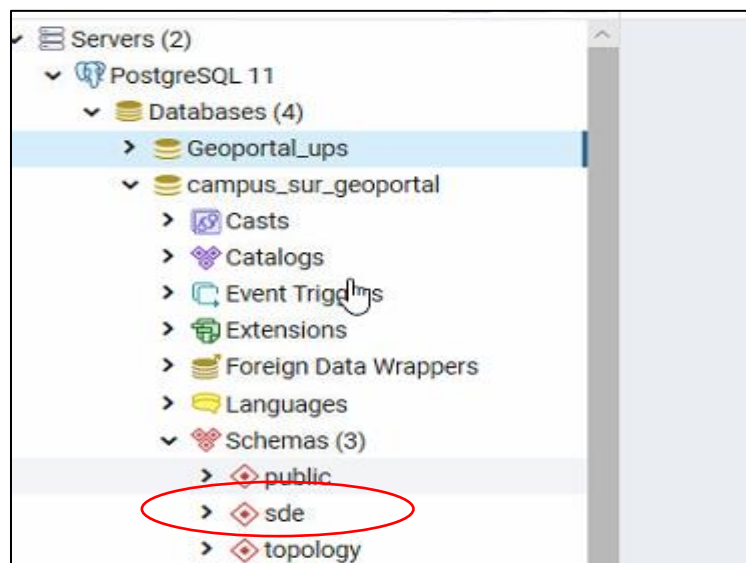


Nota: Fuente: (Jativa, 2019).

- ArcGIS Pro 2.5 con local host.

En la siguiente figura podemos observar el esquema “sde” dentro de la base de datos encerrado en un ovalo rojo. Figura 12

Figura 12: Verificación de esquema sde en base de datos.

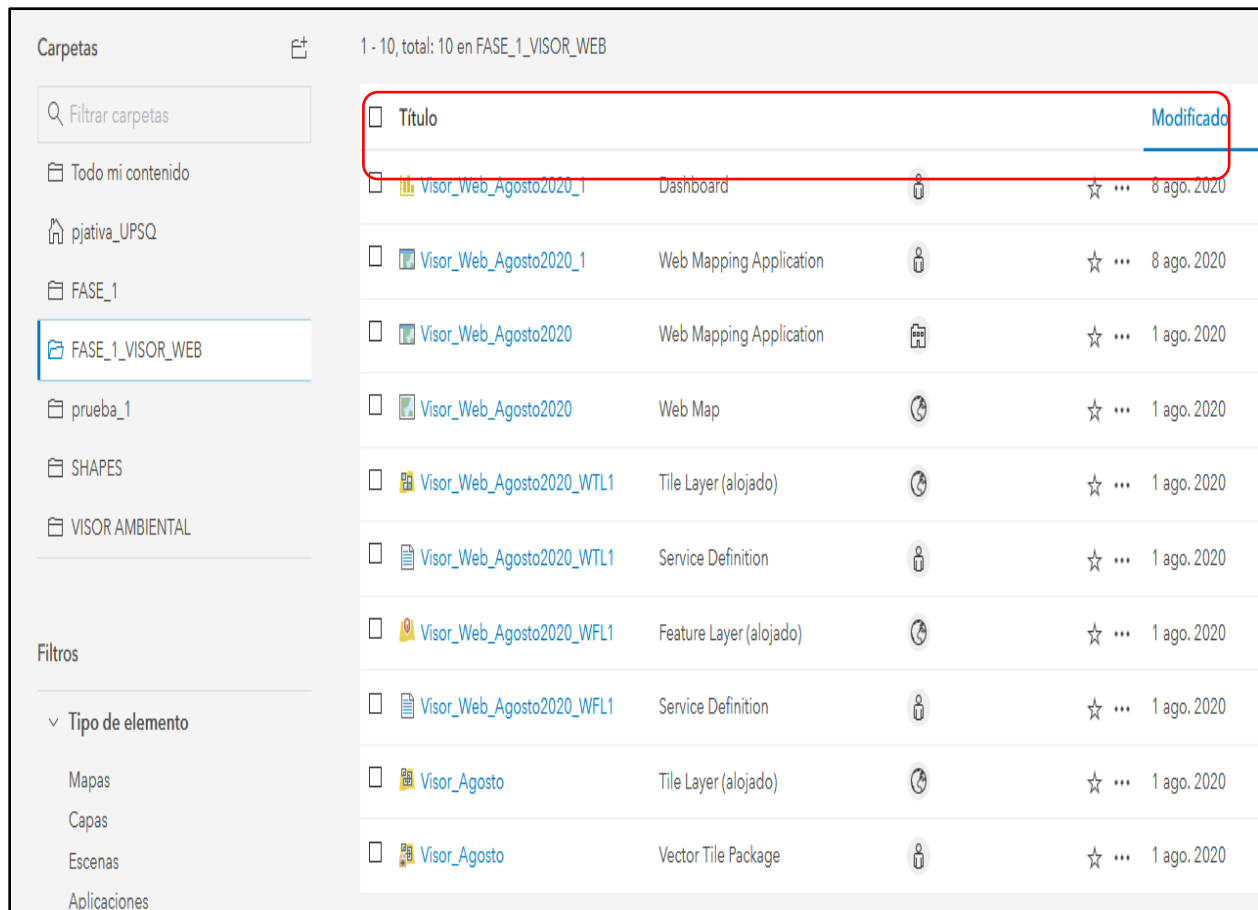


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

- ArcGIS Pro 2.5 con ArcGIS Online

La lista de contenido se encuentra activa y como se puede verificar en la siguiente figura los tile layers están alojados en el servidor local. Figura 13

Figura 13: Capas publicadas en el servidor

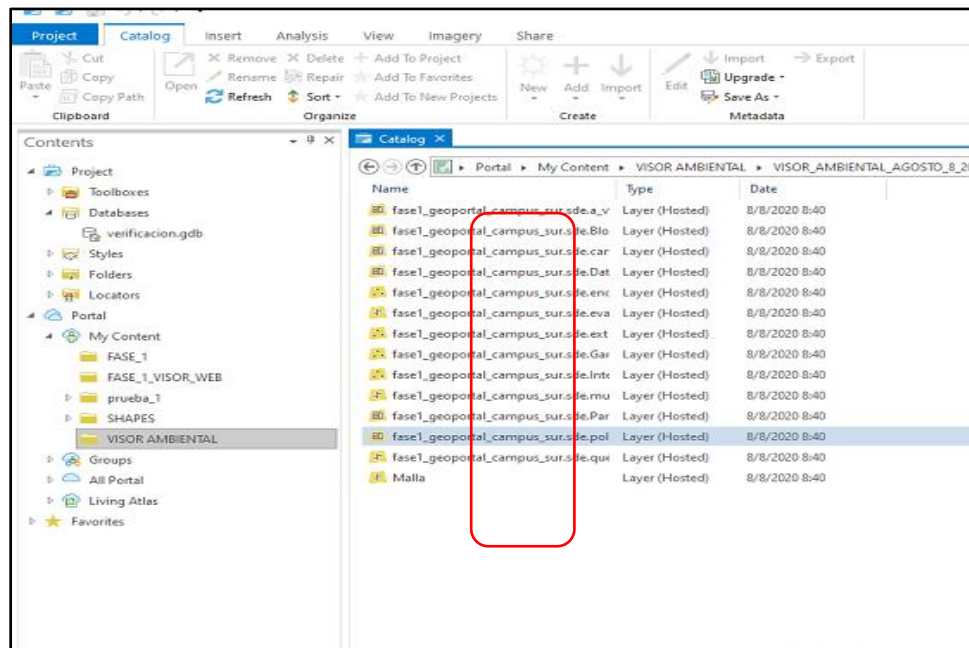


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

- ArcGIS Online con local host

En la siguiente figura se puede observar los layers alojados en el local host.

Figura 14: Layers alojados en el server.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

5.1.2. Visor Web GIS 2D y 3D como Geoportales del campus sur

ArcGIS brinda un soporte para configurar geoportales a manera de aplicación, es decir, no es necesario ingresar códigos ni lenguajes de programación para generar una interfaz fluida. De tal manera que al diseñar una aplicación web disponible para sitios de escritorio y móviles, la interacción entre el usuario y el portal se cumple de manera satisfactoria.

Se generó un visor web GIS en 2D y una aplicación web GIS en 3D, en las cuales se puede apreciar la infraestructura del campus, sitios de interés, parqueaderos, entre otros. Figura 15

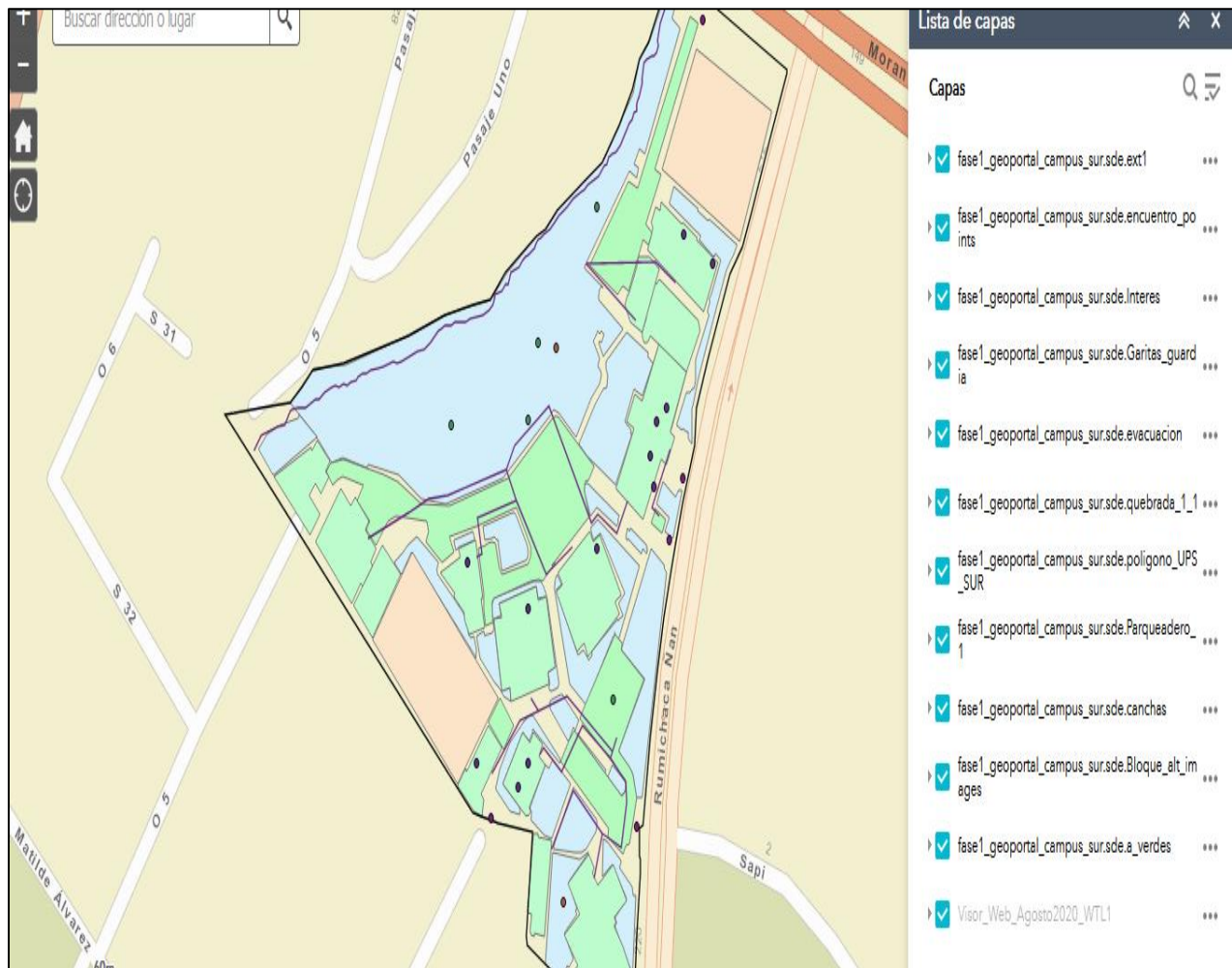
Links de la aplicación:

Visor GIS 2D:

<https://upsq.maps.ArcGIS.com/home/item.html?id=fd4e6ff45b4f4081af3b746de500bde7>

La siguiente figura nos muestra una perspectiva en 2D de uno de los visores. Figura 15

Figura 15: Vista previa del visor 2D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Visor GIS 3D:

<https://upsq.maps.ArcGIS.com/apps/webappviewer3d/index.html?id=8422859ed2144334b3e9fedd46775e2e>

El visor 3D se expone en la siguiente figura, dejando a la vista los principales atributos del campus sur. Figura 16: Vista previa del visor GIS 3D.Figura 16

Figura 16: Vista previa del visor GIS 3D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

A continuación, la figura nos muestra una perspectiva de la vista sur este del campus sur.

Figura 17

Figura 17: Vista previa del visor GIS 3D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

5.1.3. *Geoportal Ambiental*

5.1.3.1. *Información general*

Nombre: Geoportal ambiental UPSQ campus sur.

Fecha elaboración: junio 2020.

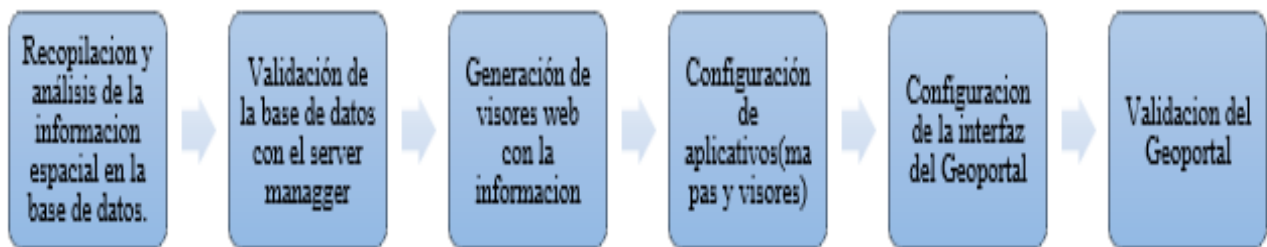
Fecha última modificación: agosto 2020.

Link: <https://geoportal-ambiental-upsq.hub.arcgis.com/>

5.1.4. *Diagrama de estructura del geoportal*

Se presenta un esquema en el cual está la estructura del geoportal web a partir de las etapas de inicio del proyecto.

Diagrama 2: Estructura Geoportal Ambiental



Nota: Elaborado por Játiva P.

5.1.5. *Visualización del geoportal ambiental*

La página de inicio nos permite visualizar la entrada principal del campus sur, además de tener una panorámica del bloque A y la avenida Rumichaca. Figura 18

Figura 18: Visualización Geoportal



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Se puede observar la panorámica esférica 360° del recorrido virtual por el campus sur y de los laboratorios de la carrera. Esta sección está dedicada a la navegación con aplicativos obtenidos mediante fotos con drone. Figura 19

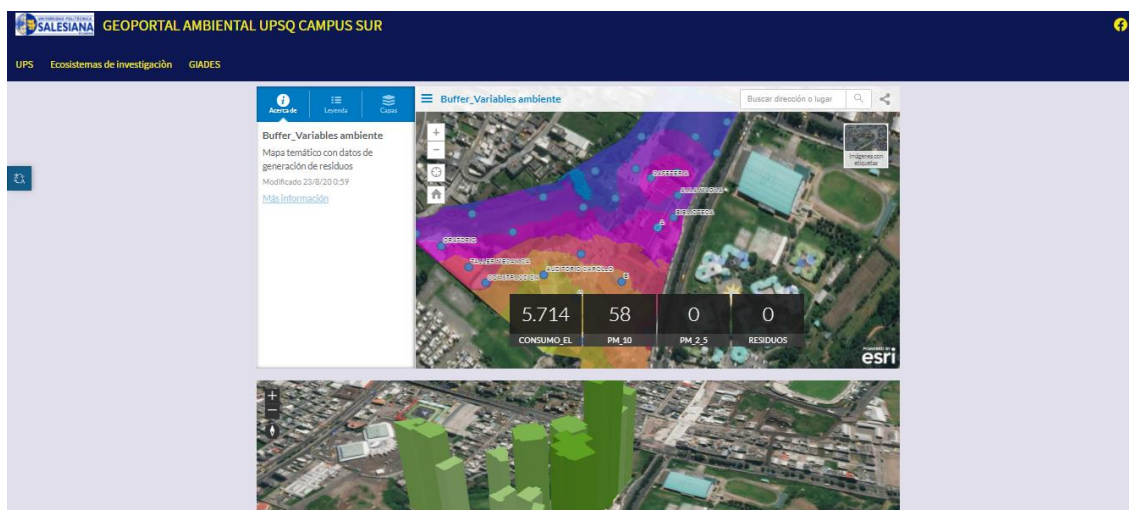
Figura 19: Visualización Geoportal Recorrido 360



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Las aplicaciones principales permiten interactuar con las datos espaciales y ambientales del campus sur, generando mapas interactivos en los cuales podemos visualizar diferentes parámetros totalmente configurables. Figura 20

Figura 20: Aplicaciones dentro del Geoportal



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

5.2. Discusión

5.2.1. *Certificados SSL y acceso externo al servidor*

Una de las limitaciones con respecto al uso de servidores locales es los certificados de seguridad, dado que al no poseer dichos certificados el parámetro de seguridad no permite la conexión externa y debido a esta falencia el acceso queda limitado a los equipos que se encuentren dentro de las redes de la universidad.

Al ser un protocolo informático de seguridad que garantiza la transmisión encriptada de datos entre un servidor y una web, mejora el cifrado del sitio (Jose Chaffin, 2020).

Esto ocasiono que en un comienzo se descartó otra alternativa para generar visores, la misma que es hacer uso de la herramienta “Portal for ArcGIS”, la cual nos brinda una interfaz más dinámica y directa, sin embargo, al quitar las protecciones de la red local se quedaría vulnerable a ataques cibernéticos poniendo en riesgo no solo al servidor GIS, sino a toda la red de la universidad.

Con esta limitación se optó por utilizar el aplicativo web “App Builder” de ArcGIS, que trabaja con información alojada en servidores GIS cuyo manager debe estar con licencia vigente.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La información espacial ambiental levantada, recopilada y generada mediante el uso de la fotointerpretación, contribuyo para generar un geoportal con 2 visores web GIS: un visor GIS en 2D y otro en 3D, con herramientas que permiten la navegación digital por el campus sur, además de conocer los atributos de cada entidad espacial, mismos que se encuentran alojados en un servidor GIS local (172.17.42.123).
- Se generó una base de datos dinámica cuyo motor es Postgres SQL y su infraestructura digital se basa en el análisis espacio-ambiental del campus sur de la Universidad Politécnica Salesiana, gracias a la obtención de ortofotografías las cuales fueron base para estructurar un aplicativo web o geoportal.
- Se generó dos visores GIS de datos espacio-ambientales de uso libre y con una interfaz muy sencilla.
- Se implementó una geodatabase con datos geográficos, ambientales, de infraestructura, señaléticas, imágenes, drenaje y espacios verdes para que en un futuro se siga contribuyendo con más información del campus sur, siendo base para futuros proyectos.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda verificar que las licencias corporativas de ArcGIS estén vigentes, ya que las herramientas tanto del ArcGIS Pro como del ArcGIS Online no funcionan si la licencia a caducado.
- Es recomendable realizar una depuración en los equipos que se va a destinar para la elaboración de geoportales, esto debido a que el software requerido para la elaboración de las bases de datos y el diseño de los visores, ocupan gran espacio y generan archivos temporales.

- Se recomienda instalar software para poder controlar a distancia tanto el servidor GIS como el equipo en el cual se procesan las ortofotografías, esto debido a que los tiempos de trabajo son extensos y suelen sobrepasar la jornada de labores.
- Es recomendable generar un plan de trabajo previo a la creación de los datasets, de tal manera que la información que se va a incluir en ellos esté clasificada, así se evita la redundancia de datos y por ende el uso eficaz de los equipos.
- Para la operación del drone, se recomienda realizar los vuelos en días soleados y sin mucho viento para así evitar accidentes.
- Es recomendable generar el plan de vuelo en Arcmap y exportarlo como un archivo kmz, ya que nos facilita el trabajo en campo al momento de cargarlo directamente al Drone deploy.
- Con el aplicativo desarrollado se sienta un precedente para que en un futuro se pueda desarrollar contenido ambiental, direccionado a los componentes físicos y bióticos del campus sur y su zona de influencia, por ello se recomienda la elaboración de mapas de calor, mapas de ruido, mapas con capas vegetativas de la zona, entre otras variantes de los componentes ambientales para ser presentados en el geoportal.
- Se recomienda realizar un estudio sobre la eficiencia en cuanto al consumo de agua del campus, utilizando los datos de los bebederos instalados, de tal manera se generará varios indicadores con los cuales se puede lanzar campañas de ahorro del recurso agua.
- Con los datos referentes al consumo de agua, se puede realizar un estudio sobre la huella hídrica del campus, por ello es recomendable un análisis más a fondo utilizando en principio los datos obtenidos en el presente proyecto.
- Es recomendable realizar una auditoría del consumo energético del campus, comparar estadísticamente el consumo real vs. el consumo teórico y generar una herramienta

visual dinámica basada en los consumos mensuales, costos y alternativas para mejorar el consumo eficiente energético del campus.

- En cuanto a la gestión de residuos, se recomienda tener un registro mensual y detallado de la cantidad de residuos entregadas al gestor externo, además del detalle sobre las operaciones realizadas a los residuos para su disposición final, los cuales deben estar en los términos de referencia y podrán ser visualizados en mapas interactivos dentro del geoportal.

7. BIBLIOGRAFÍA

8. 3M ciencia aplicada a la vida. (2017). Food safety. *3M Ciencia aplicada a la vida*, 24.
9. ArcGIS Pro. (s.f.). *ArcGIS Pro*. Obtenido de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/image-analyst/detect-objects-using-deep-learning.htm>
10. CEUPE. (23 de Julio de 2020). *CEUPE*. Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/la-fotogrametria.html>
11. Diaz, J. (2015). *Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión*. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID .
12. Diaz, J. J. (2015). *Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes*. TRABAJO FIN DE MÁSTER, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID , Madrid. Obtenido de https://eprints.ucm.es/31423/1/TFM_Juan_Diaz_Cervignon.pdf
13. Drone Deploy. (2 de Junio de 2018). *Plan de vuelo*. Obtenido de www.dronedeploy.com
14. Empresa Electrica Quito SA. (2019). *Planilla mensual de consumo electrico*. Quito: EEQ.
15. Empresa Publica metropolitana de alcantarillado agua potable y saneamiento de Quito. (2019-2020). *Planilla de consumo mensual*. Quito: EPMAPS-Q.
16. esmartcity. (2017). *Esmartcity.es Todo sobre ciudades inteligente*. Obtenido de Esmartcity.es
Todo sobre ciudades inteligente: <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-movilidad-3-0-una-politica-publica-vialidades-seguras-sustentables-e-inteligentes/ci-3-movilidad-3-0-politica-publica-vialidades-seguras-sustentables-inteligentes-figura-1-piramide-jerarquia-movilidad>

17. ESRI. (2019). *ArcGis Server*. ESRI.
18. Google maps. (2020). *Google*.
19. gvSIG. (3 de Julio de 2017). *gvSIG Online V2*. Obtenido de <https://panaceacatalogue.adabyron.uma.es/docs/web/intro/en/introduction.html>
20. INEC. (2016). *Informacion ambiental en el usos agropecuario*. Quito. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
21. Instituto Geografico Militar Ecuador. (2015). *Manual del usuario de geoportales*. Quito.
22. Jativa, P. (2019). *Elaboracion de geoportales*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana.
23. Jauregui, I. a. (2018). *Universidad de Oviedo*. Obtenido de <file:///C:/Users/Dell/Downloads/TFMAAnaGonzalezMunizRUO.pdf>
24. Jauregui, L. (s.f.). *Introducción a la Fotogrametría*.
25. Jose Chaffin. (5 de Junio de 2020). *joseChaffin.com*. Obtenido de <https://josefacchin.com/certificado-ssl-que-es/>
26. Juguetecnic. (5 de Agosto de 2020). *Juguetecnic*. Obtenido de https://juguetecnic.com/blog/86_que-es-uav.html
27. Junta de Andalucia. (23 de Noviembre de 2019). *Junta de Andalucia*. Obtenido de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnextoid=c6fd05464ea09110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=a76090a63670f210VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextfmt=rediam&lr=lang_es
28. Ortega, M. (s.f.). *3lentes.com*. Obtenido de <https://3lentes.com/dji-phantom-4-pro/>

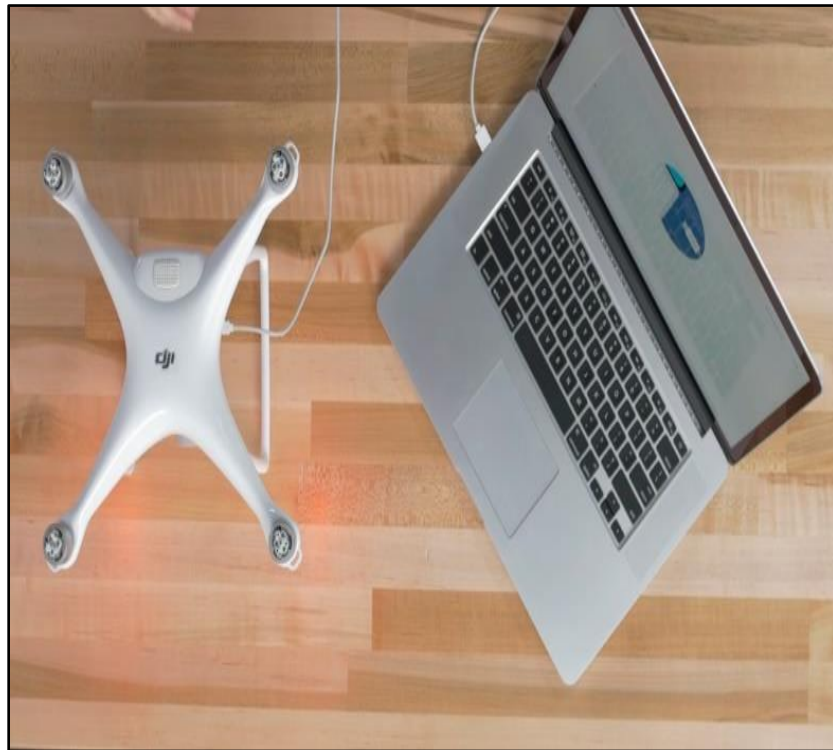
29. Pino, S. (Agosto de 2018). Generación de un visor ambiental GIS WEB mediante ArcGIS Online free para el Campus Sur UPS. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
30. PostgreSQL. (2016). *Postgres*. Obtenido de www.postgres.com
31. Rojas, D. (s.f.). *Plan de vuelo Universidad Politécnica Salesiana Sede Girón*. Uniersidad Politécnica Salesiana, Quito.
32. Rubio, J. (2019). *MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM2,5 EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA "CAMPUS SUR"*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana.
33. TYC&GIS. (Martes de Diciembre de 2019). *TYC&GIS*. Obtenido de <https://www.cursosteledeteccion.com/aplicaciones-de-pix4d/>
34. Xu, J. (2017). *towards data science*. Obtenido de <https://towardsdatascience.com/deep-learning-for-object-detection-a-comprehensive-review-73930816d8d9>

8. ANEXOS

Anexo 1: Descarga de datos desde el drone

Para descargar las imágenes desde el drone, se procede a prender el equipo y conectarlo al computador o a su vez descargar directamente de la memoria extraíble SD y conectarla a la computadora. Figura 21

Figura 21: Descarga de datos a la computadora.



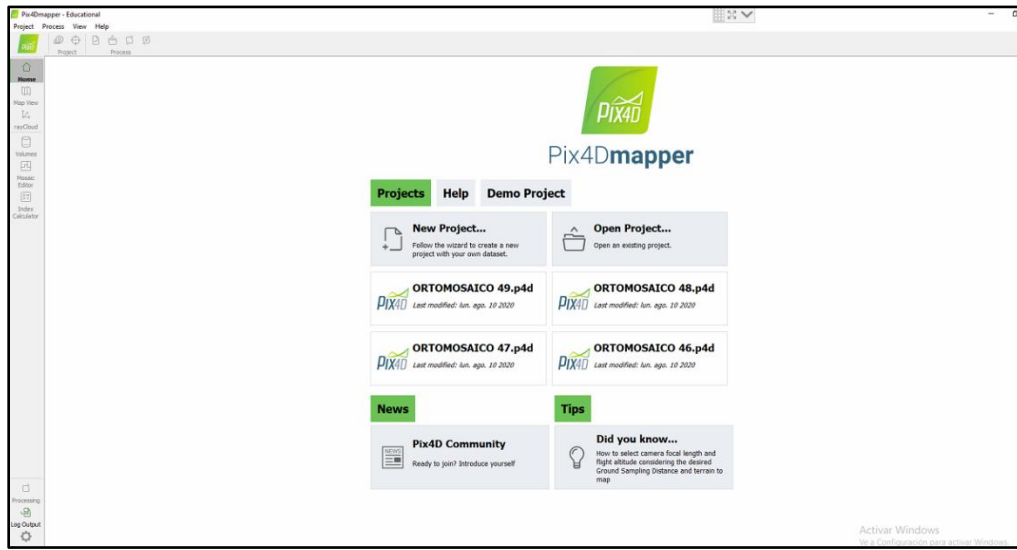
Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Anexo 2: Procesamiento de imágenes en software PIX4D

Una vez descargadas las fotografías aéreas, se procesa el conjunto de ortofotos con el fin de generar un ortomosaico del área de interés, a continuación, detallaremos el proceso utilizando la herramienta PIX4D. Figura 22

Seleccionamos Proyecto nuevo y empezamos a configurar la nueva carpeta.

Figura 22: Geoprocesamiento con Pix4D.

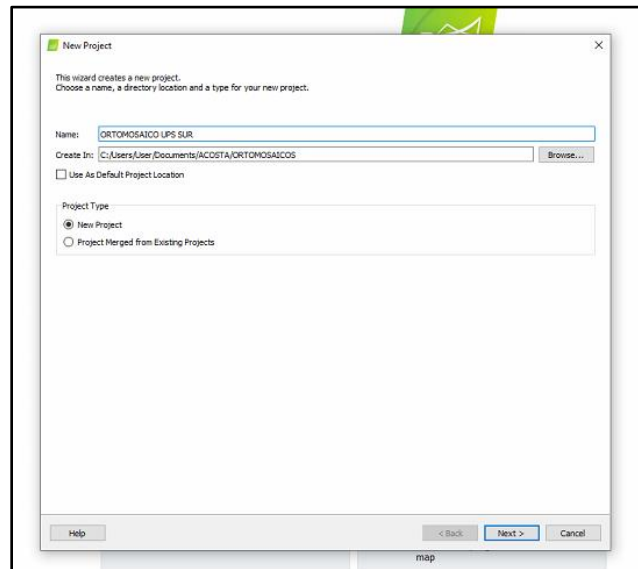


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Asignamos los directorios donde se guardarán nuestro espacio de trabajo y el ortomosaico

Figura 23

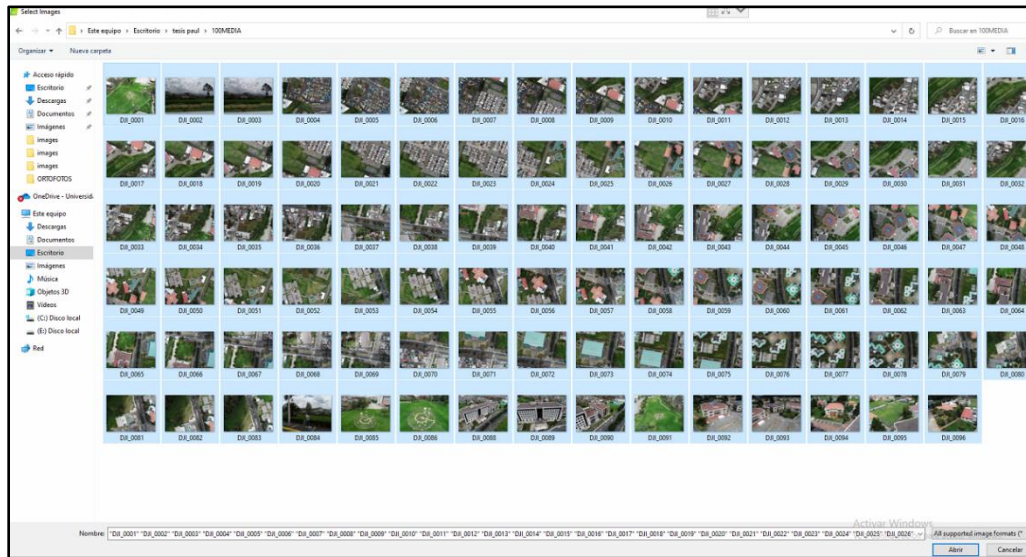
Figura 23: Geoprocesamiento con Pix4D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Seleccionamos las imágenes obtenidas durante la misión o el plan de vuelo. Figura 24

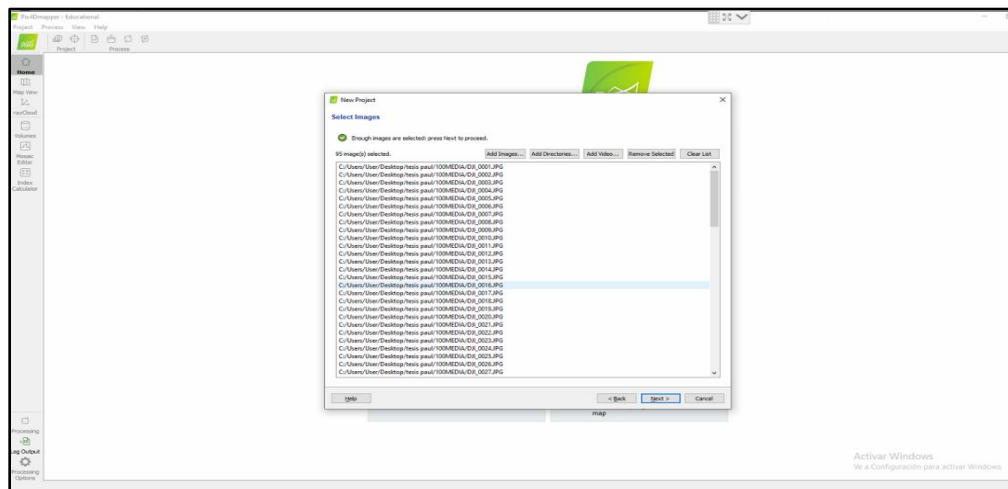
Figura 24: Geoprocusamiento con Pix4D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Se despliega una ventana en la cual nos verifica la información y cantidad de imágenes, damos clic en siguiente. Figura 25

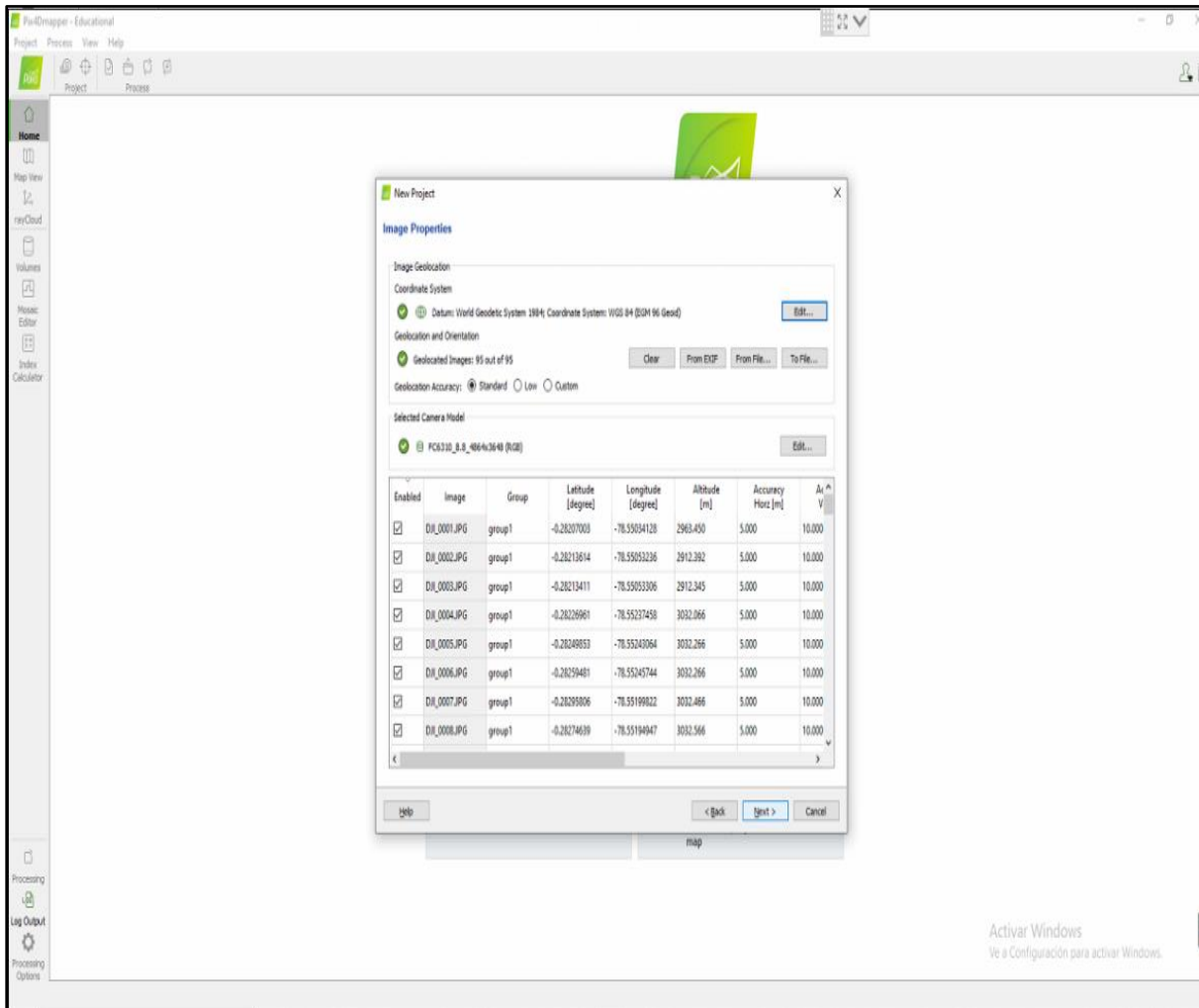
Figura 25: Geoprocusamiento con Pix4D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Se despliega otra ventana en la que está la georreferenciación de cada ortofoto, damos clic en siguiente Figura 26:

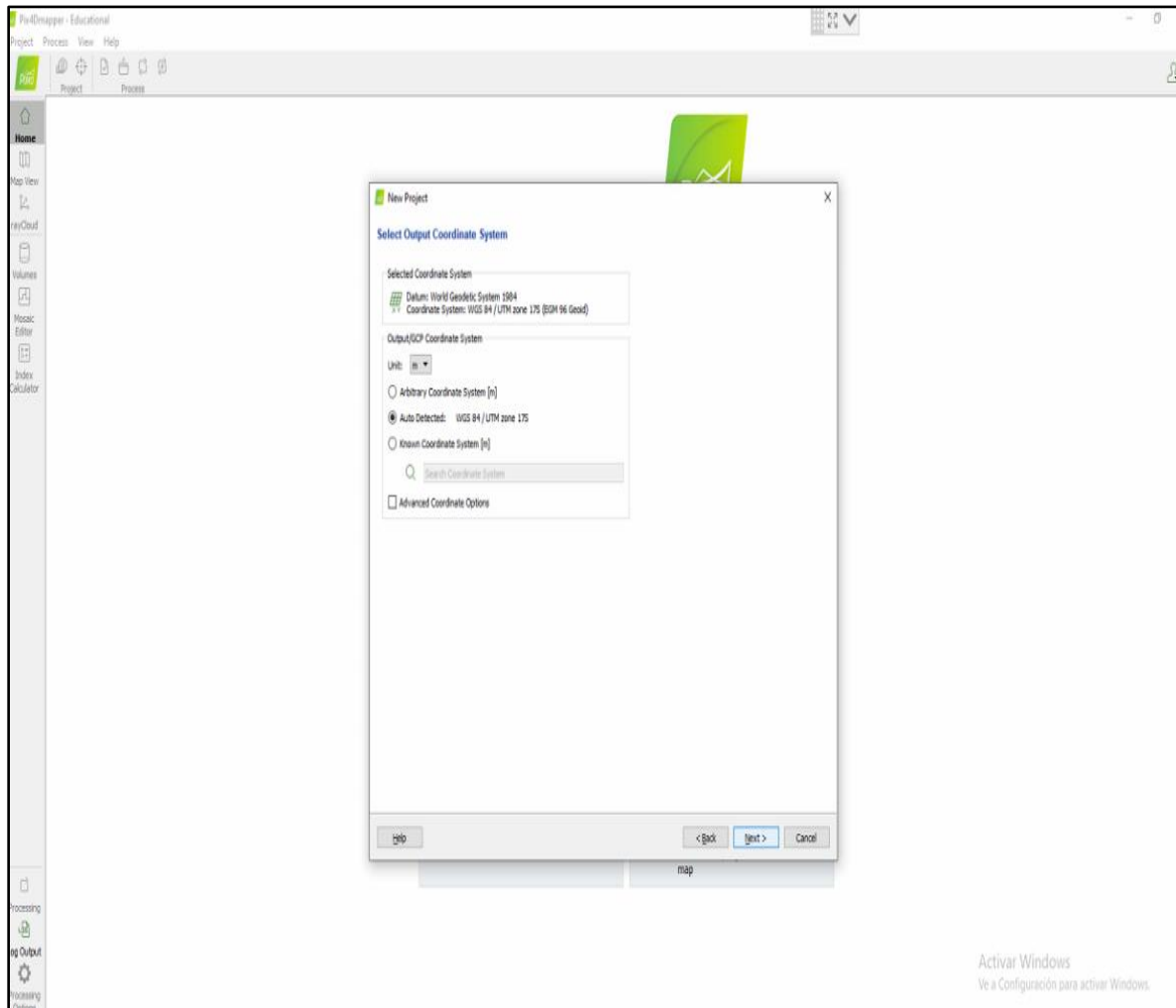
Figura 26: Geoprocesamiento con Pix4D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Aparece una ventana en la que nos pide configurar la zona en la que se tomó las fotografías, en esta ventana no se mueve nada porque las imágenes del drone ya están georreferenciadas y no hay la necesidad de configurar las zonas. Damos clic en siguiente

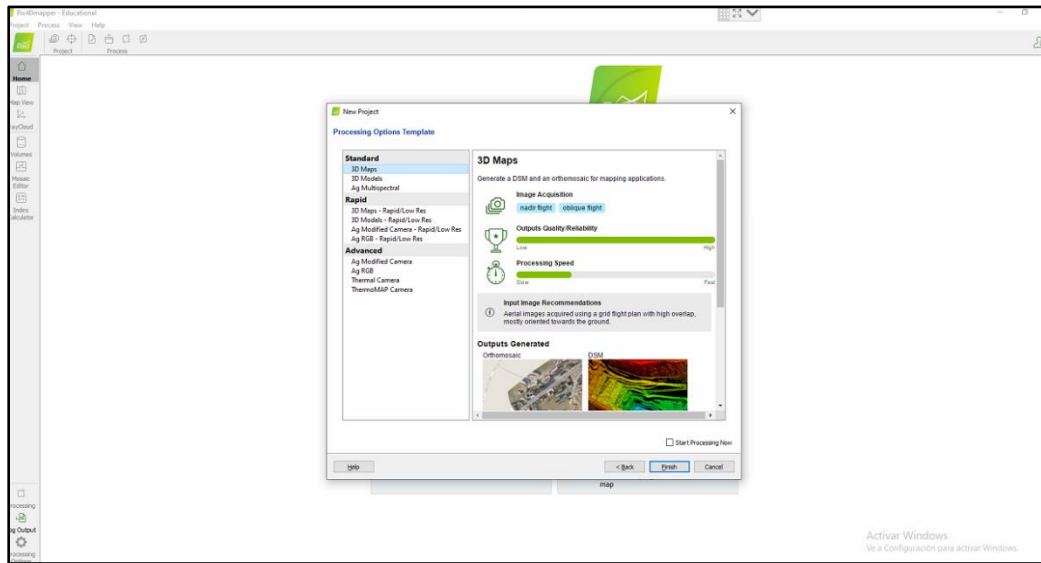
Figura 27: Geoprocamiento con Pix4D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

En la ventana que se desplego vamos a dar click en 3D map que es el tipo de mapa que vamos a generar este mapa incluye el modelo de elevaciones al igual que las curvas de nivel. Una vez seleccionado 3D map damos clic en finish.

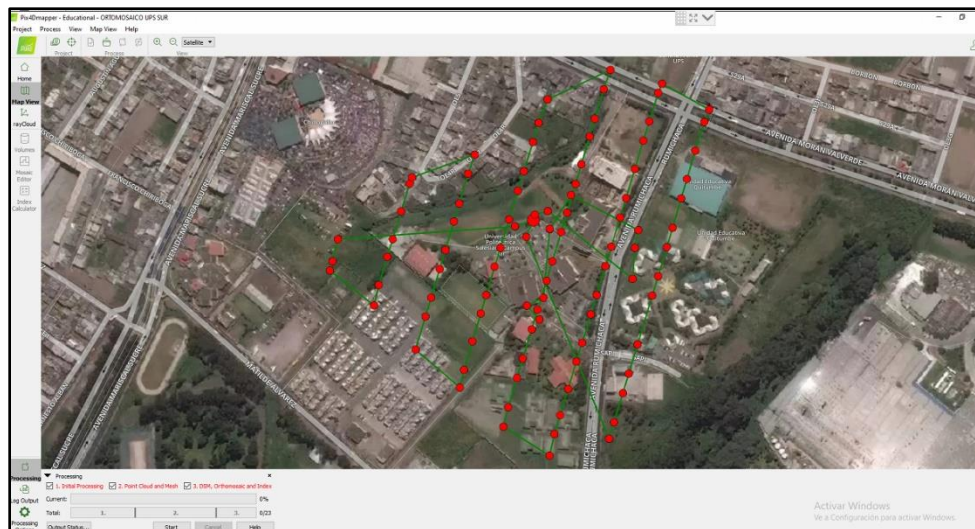
Figura 28: GeoprocAMIENTO con Pix4D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Ahora procederemos a la configuración del ortomosaico, para lo cual vamos a ubicarnos en la parte inferior izquierda en processing option, damos clic y se despliega una ventana. Figura 29

Figura 29: GeoprocAMIENTO con Pix4D.

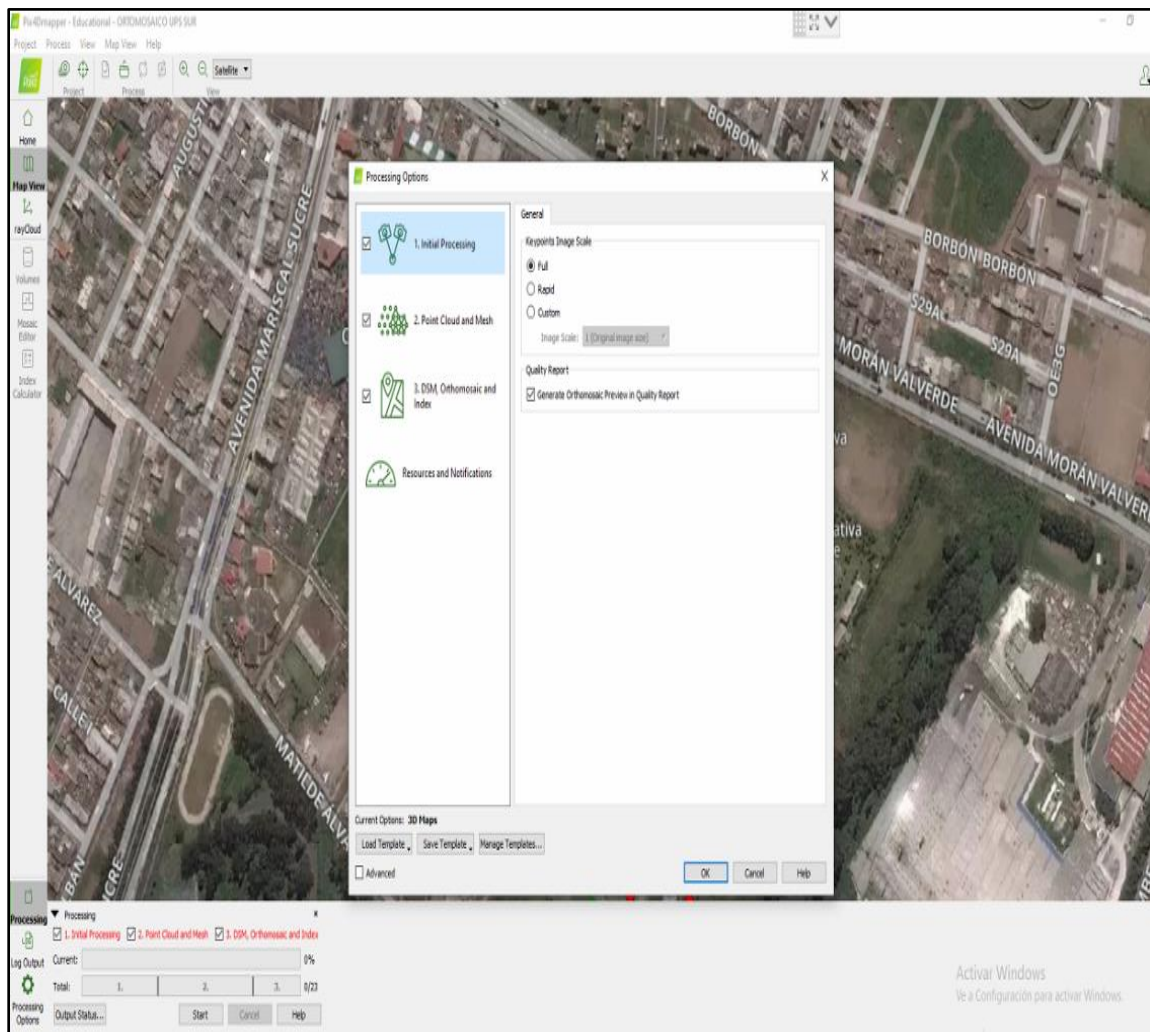


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

En esta ventana tenemos 4 apartados, en los cuales elegiremos la resolución y calidad en sí de la ortofoto. Figura 30

En el apartado Initial processing vamos a dejar por defecto y nos dirigimos al apartado 3.

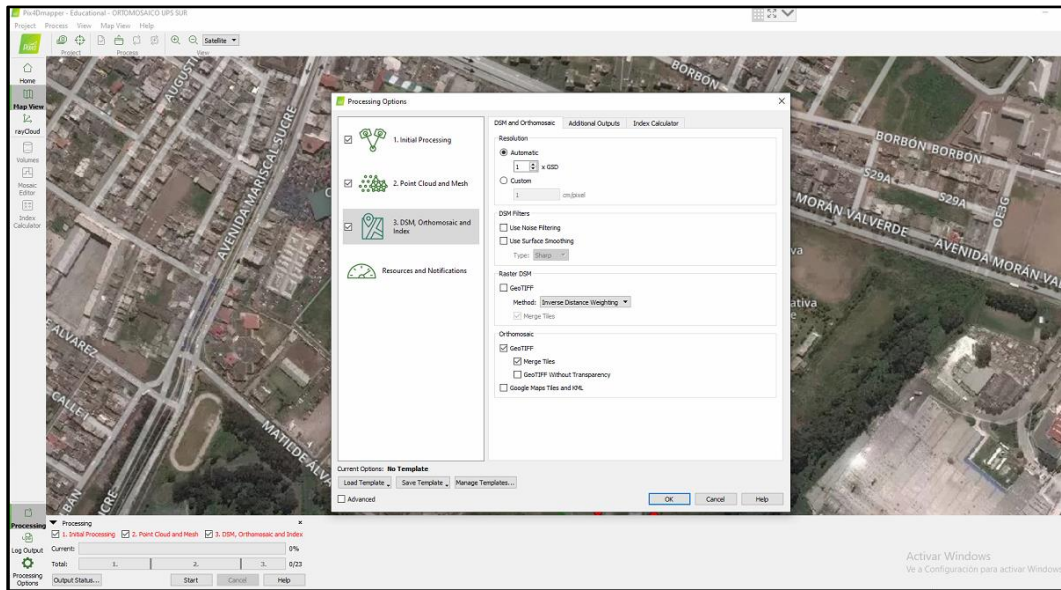
Figura 30: Geoprosesamiento con Pix4D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

En el apartado 3 vamos a quitar los vistos de las cajas en la zona de DSM Filters, raster DSM, y solamente dejamos marcado en Geotiff, damos clic en siguiente y esperamos alrededor de 20 minutos dependiendo del equipo para que el ortomosaico esté listo. Figura 31.

Figura 31: Geoprocasamiento con Pix4D.

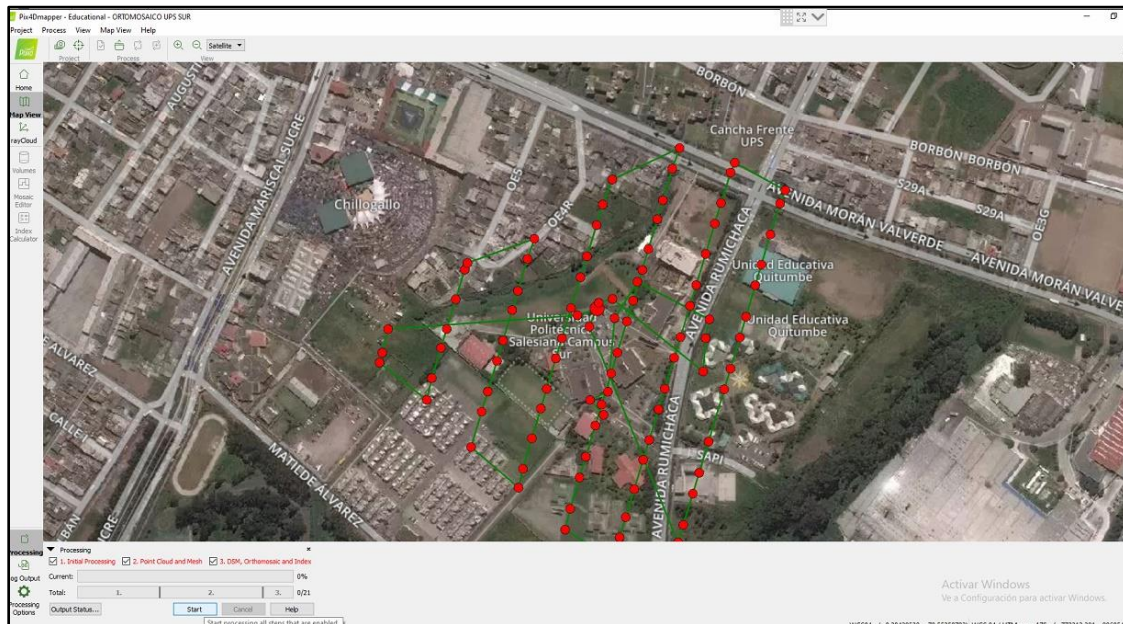


Nota: Fuente: (Jaiva, 2019)

La pantalla nos muestra el lugar exacto del proyecto mientras se arma el ortomosaico.

Figura 32

Figura 32: Geoprocasamiento con Pix4D.



Nota: Fuente: (Jaiva, 2019)

Anexo 3: Gestión de base de datos y conexión con el servidor

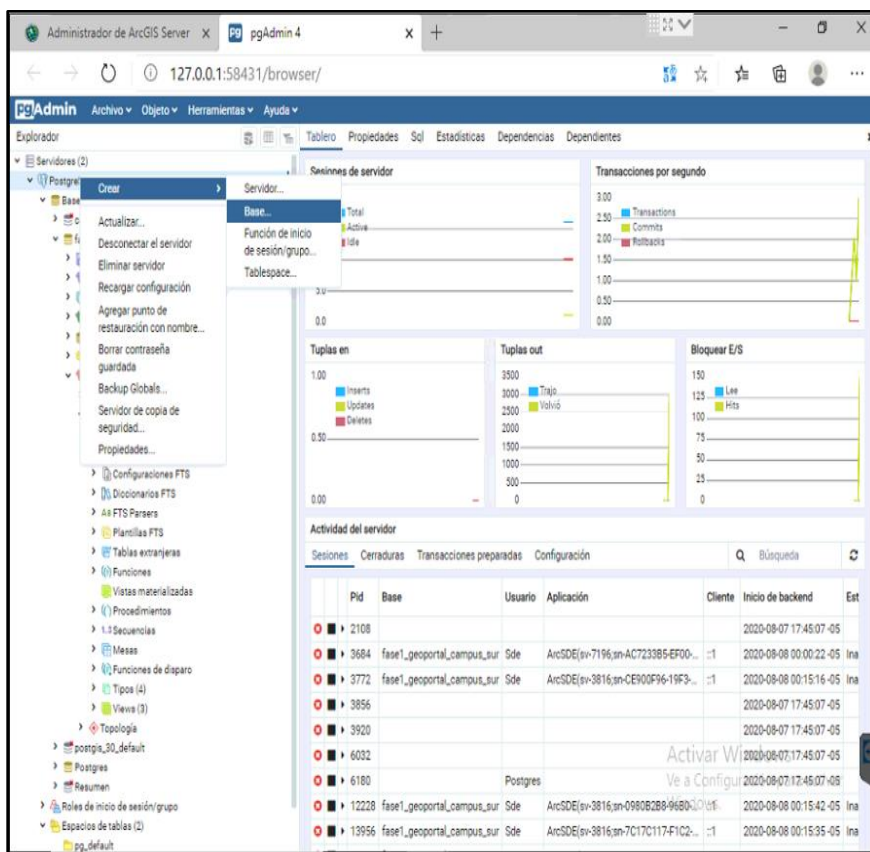
Cuando se sincroniza una base de datos espacial con un servidor GIS, los datos son procesados de manera más eficaz y están disponibles para los usuarios.

El software requerido para poder realizar este proceso es el Pg Admin, que se lo puede descargar de la página oficial de PostgreSQL.

Anexo 4: Creación de la base de datos en Postgres SQL con extensión gis.

Procedemos a crear una base de datos con carácter espacial, la misma que se conectara con el servidor GIS. Figura 33

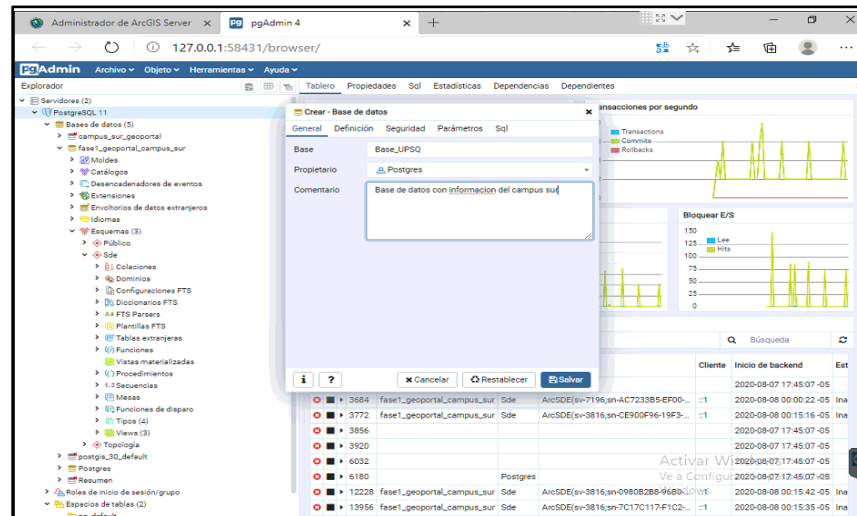
Figura 33: Verificación base de datos.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Le damos un nombre a la base de datos y opcional ponemos una descripción. Figura 34

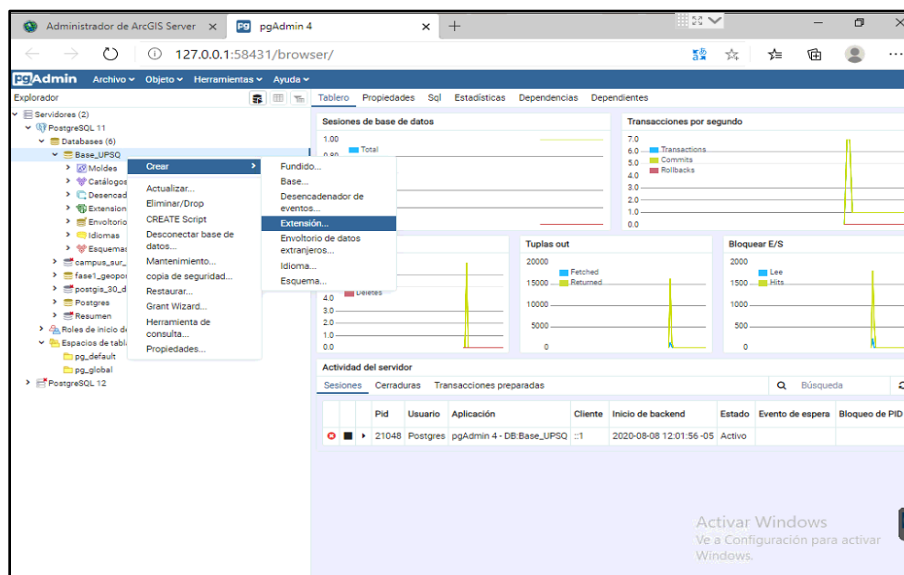
Figura 34: Extensión PostGIS .



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Activamos la extensión POSTGIS, misma que generara un nuevo esquema dentro de la base de datos. Figura 35

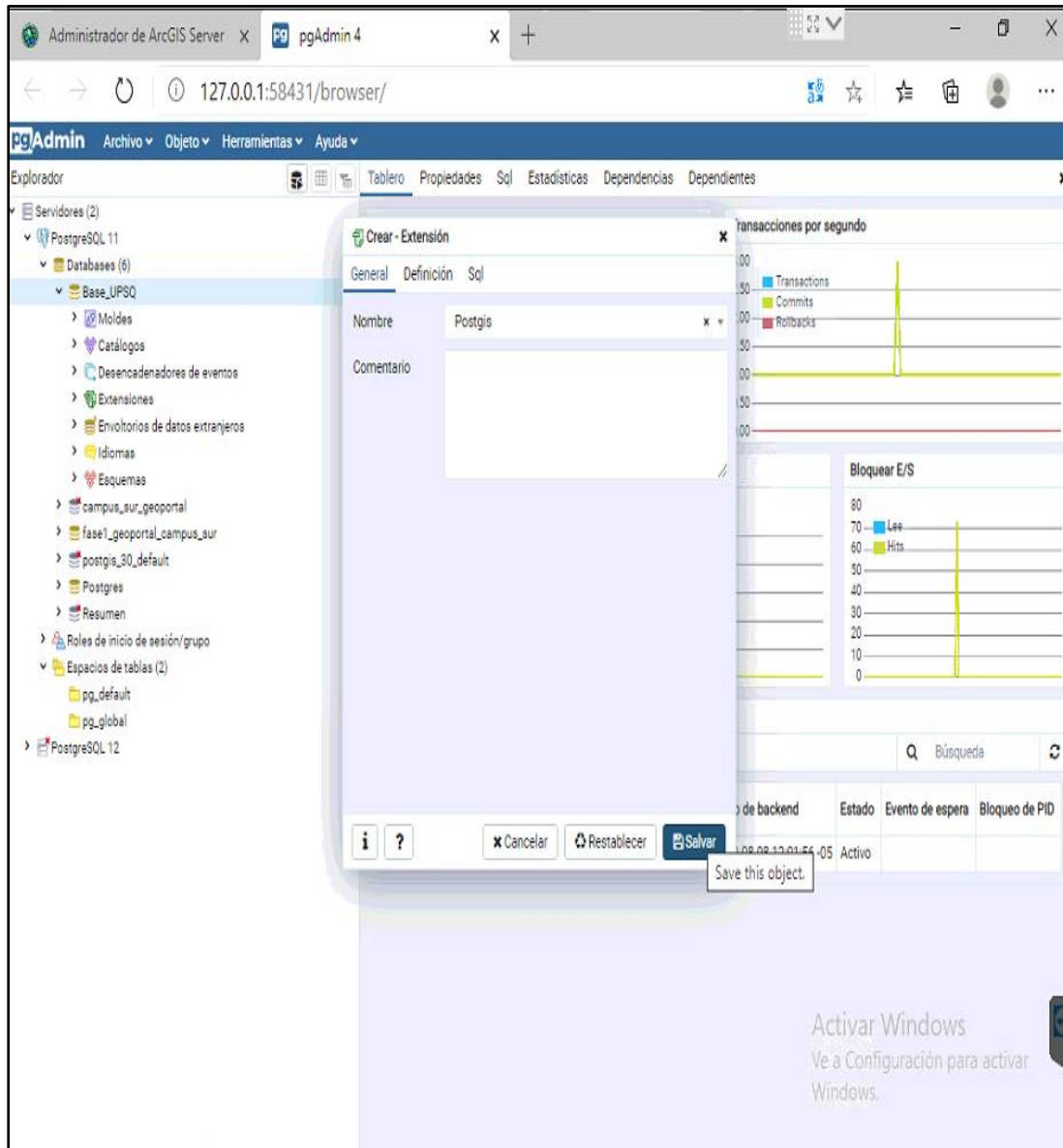
Figura 35: Extensión Postgis.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Se despliega una ventana en la cual debemos buscar la extensión en mención, aceptamos y se ha generado la base de datos espacial. Figura 36

Figura 36: Extensión PostGis.

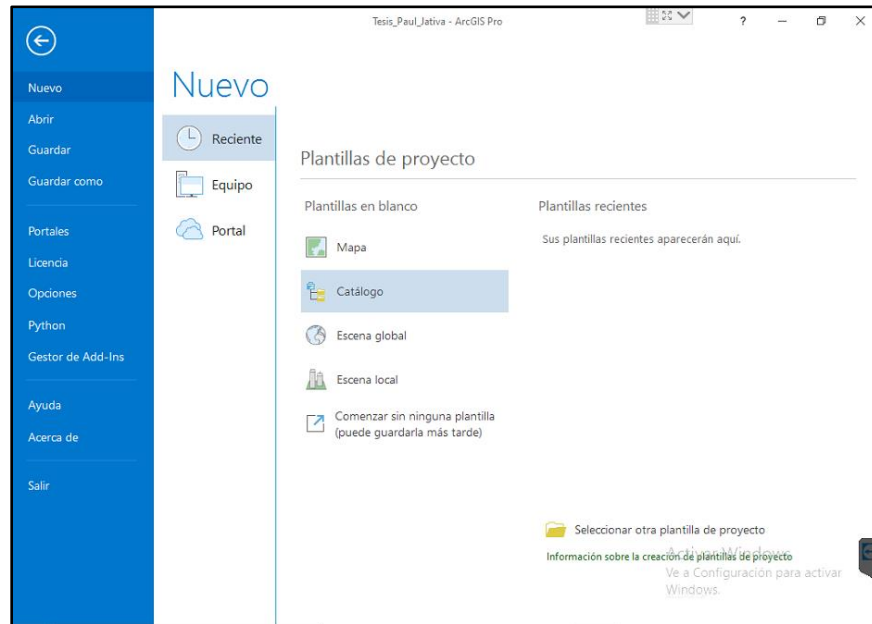


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Anexo 5: Conexión de base de datos con ArcGIS pro y creación del esquema “sde” mediante la herramienta “Crear geodatabase corporativa”

Para generar la conexión con ArcGISPro, debemos abrir el catálogo. Figura 37

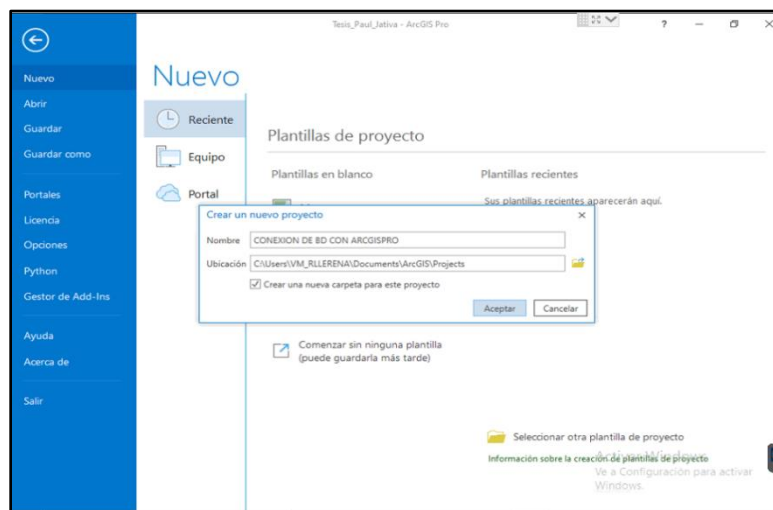
Figura 37: Conexión ArcGIS Pro 2.5 con Base de datos.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Luego generamos un nuevo proyecto al cual mencionaremos según la necesidad que tengamos. Figura 38.

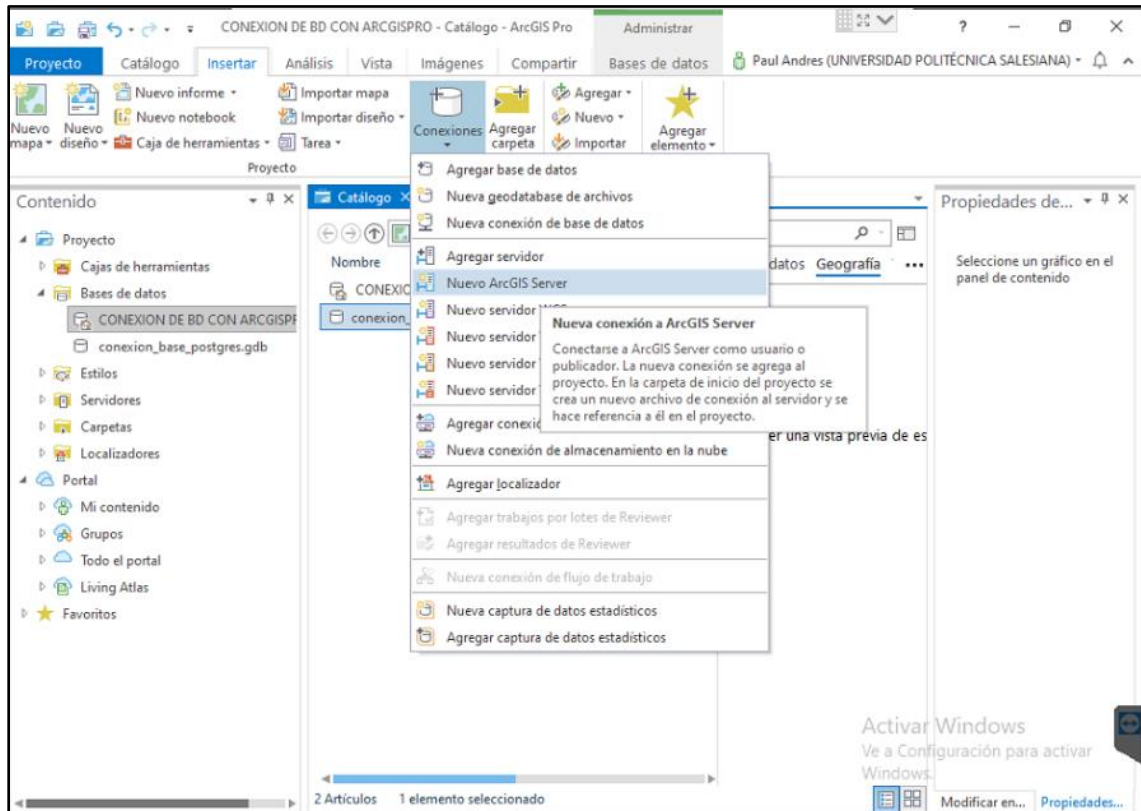
Figura 38: Conexión ArcGIS Pro 2.5 con Base de datos.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Como podemos observar se genera un archivo con el cual vamos a trabajar, a continuación, realizaremos la conexión con el servidor GIS. Figura 39

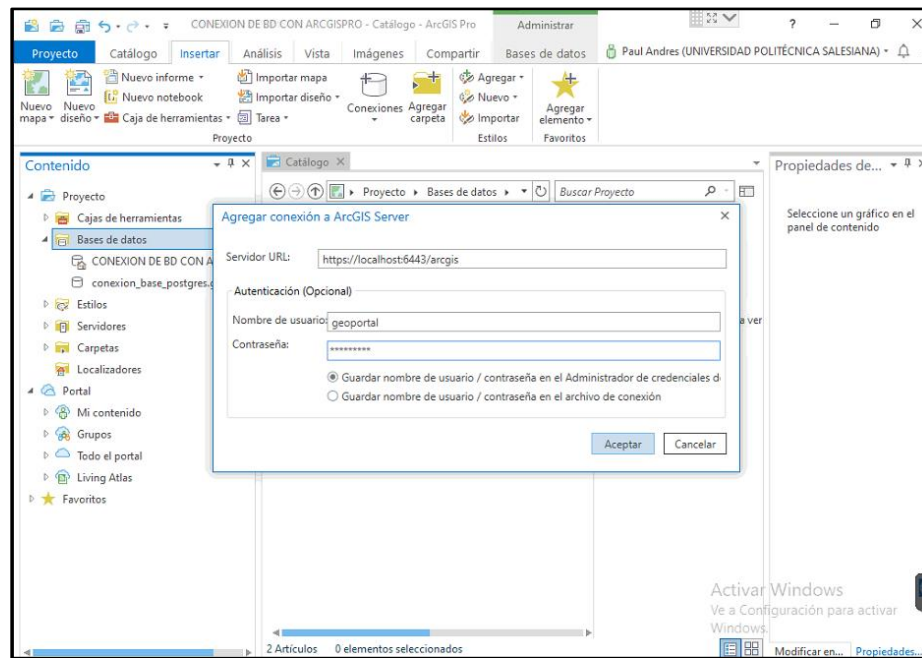
Figura 39: Conexión con server.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

En esta instancia generaremos la conexión con el servidor en el cual guardaremos la información espacial. Los datos como URL del servidor son: <https://localhost:6443/arcgis>, esto debido a que trabajamos de manera local únicamente con la red de conexión a internet del campus, sea de profesores, administrativos o estudiantes. El nombre de usuario es el correspondiente al administrador del servidor (geoportal).

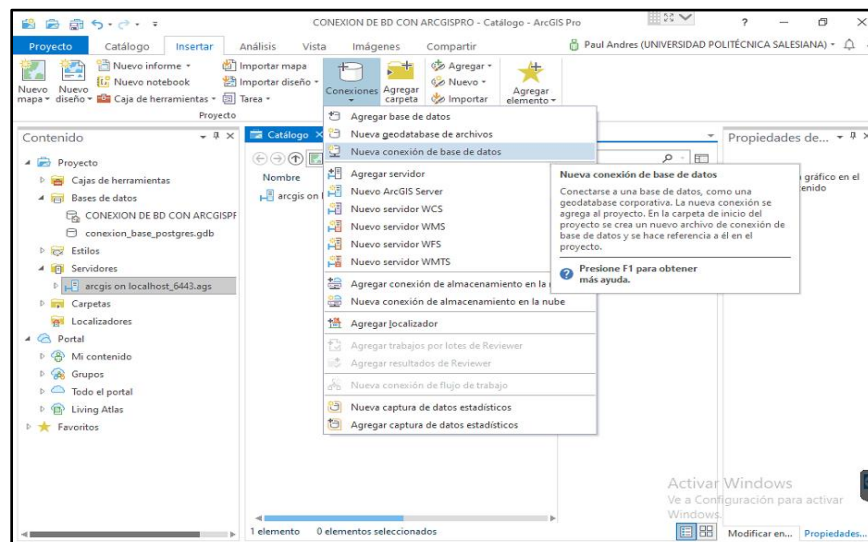
Figura 40: Conexión con server.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Una vez generada la conexión con el servidor, procedemos a conectar la base de datos con ArcGIS Pro. Figura 41

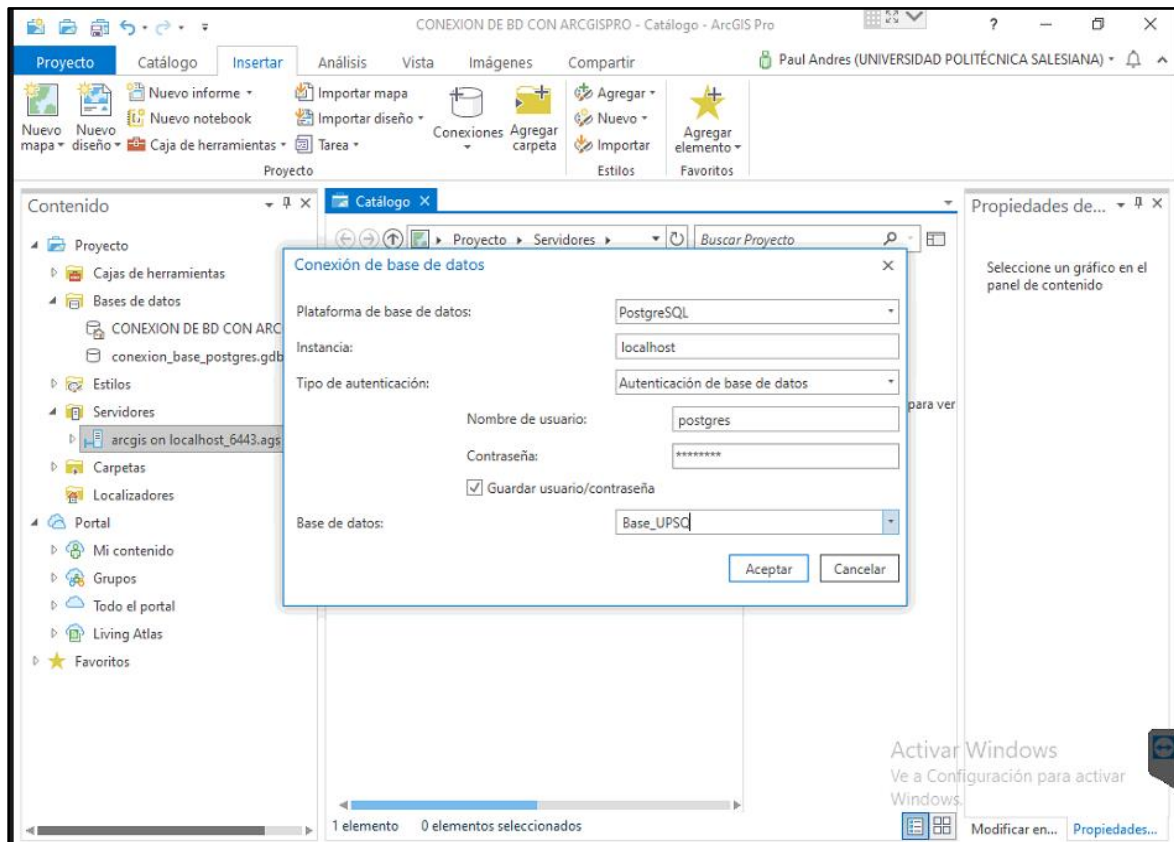
Figura 41: Conexión con server.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Con esta conexión lo que logramos es tener vinculados tanto el servidor GIS como el servidor Postgres. Los datos ingresados deben ser tal cual la base de datos Figura 42.

Figura 42: Conexión con server.

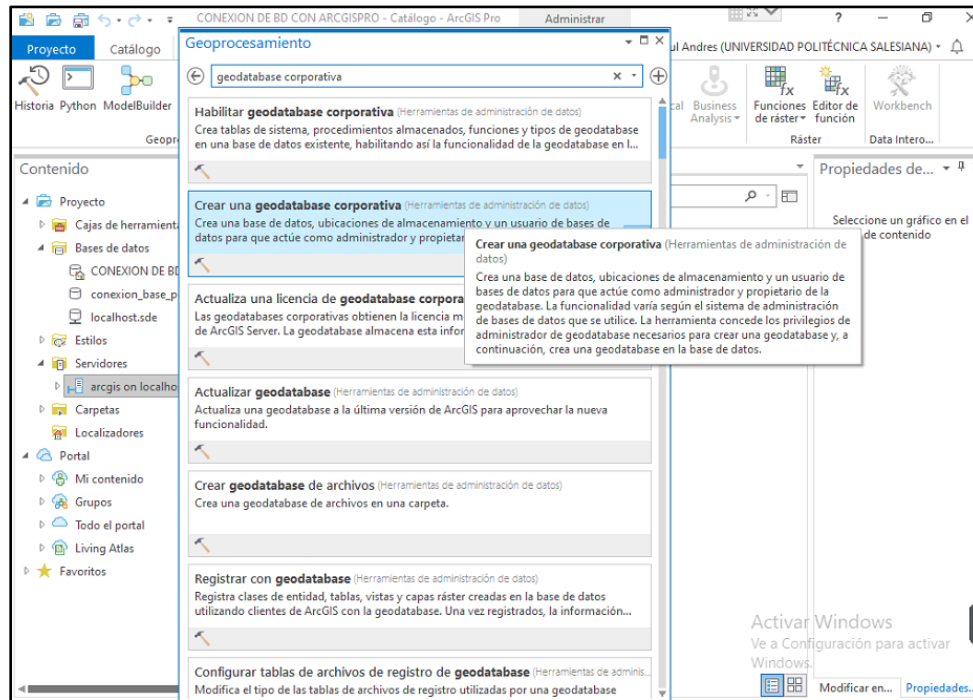


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Se genera un archivo local (localhost) en el cual guardaremos las diferentes capas, layers e imágenes con las cuales generaremos el geoportal.

Ahora vamos a generar una geodata base corporativa para lo cual nos dirigimos a la pestaña caja de herramientas Figura 43.

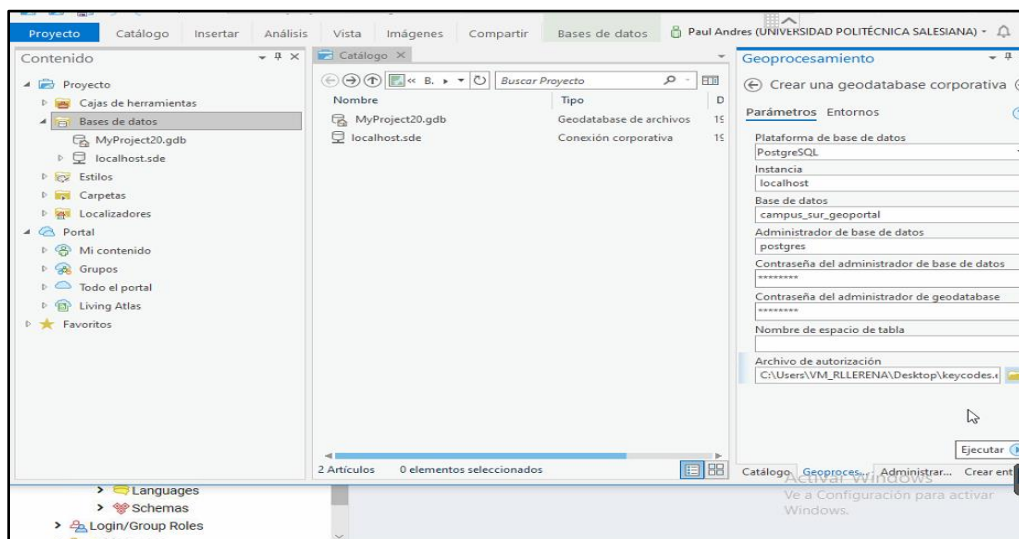
Figura 43: Creación de esquema sde.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Los datos con los que llenaremos los campos deben ser los mismos con los que se ha venido trabajando, en la imagen siguiente podemos corroborarlo. Figura 44

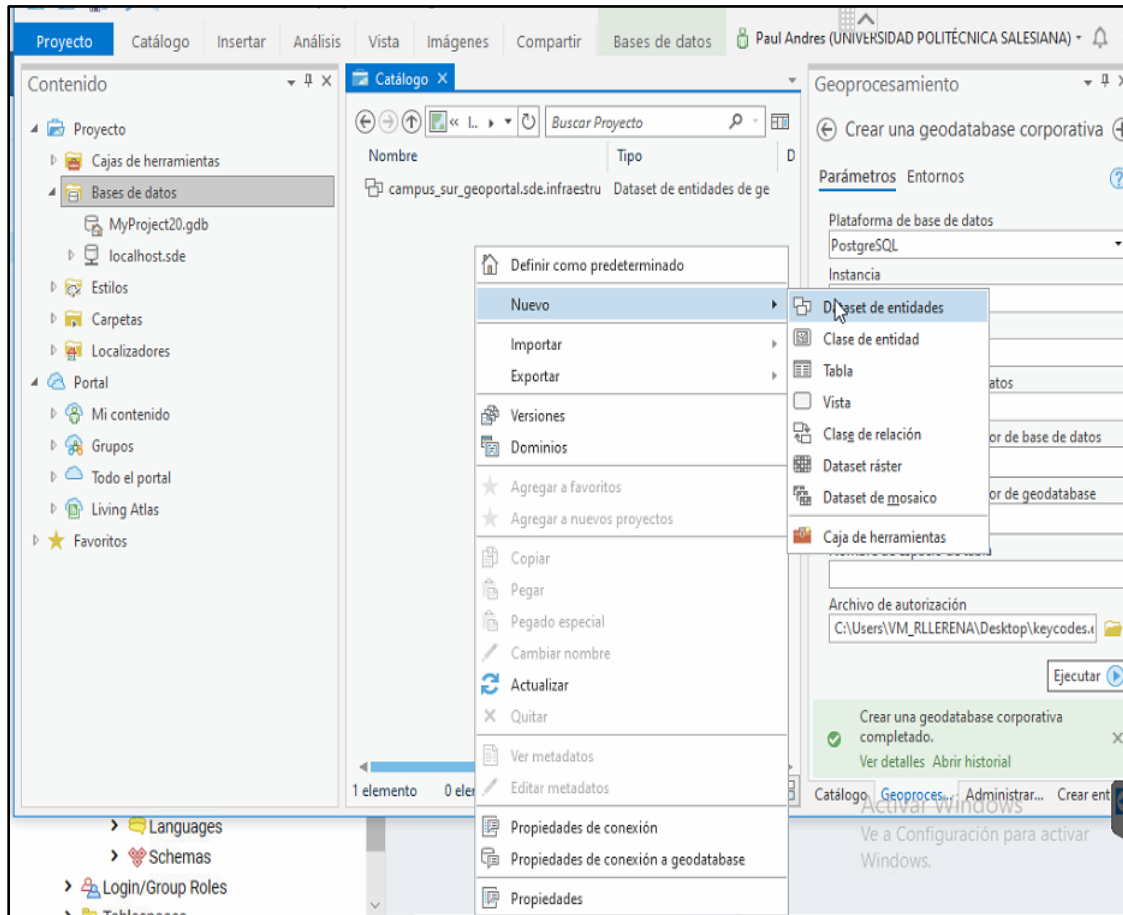
Figura 44: Creación de esquema sde.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Una vez que se generó la geodatabase corporativa procedemos a crear o importar Los data Sets de entidades. Figura 45

Figura 45: Creación de Datasets en base de datos.



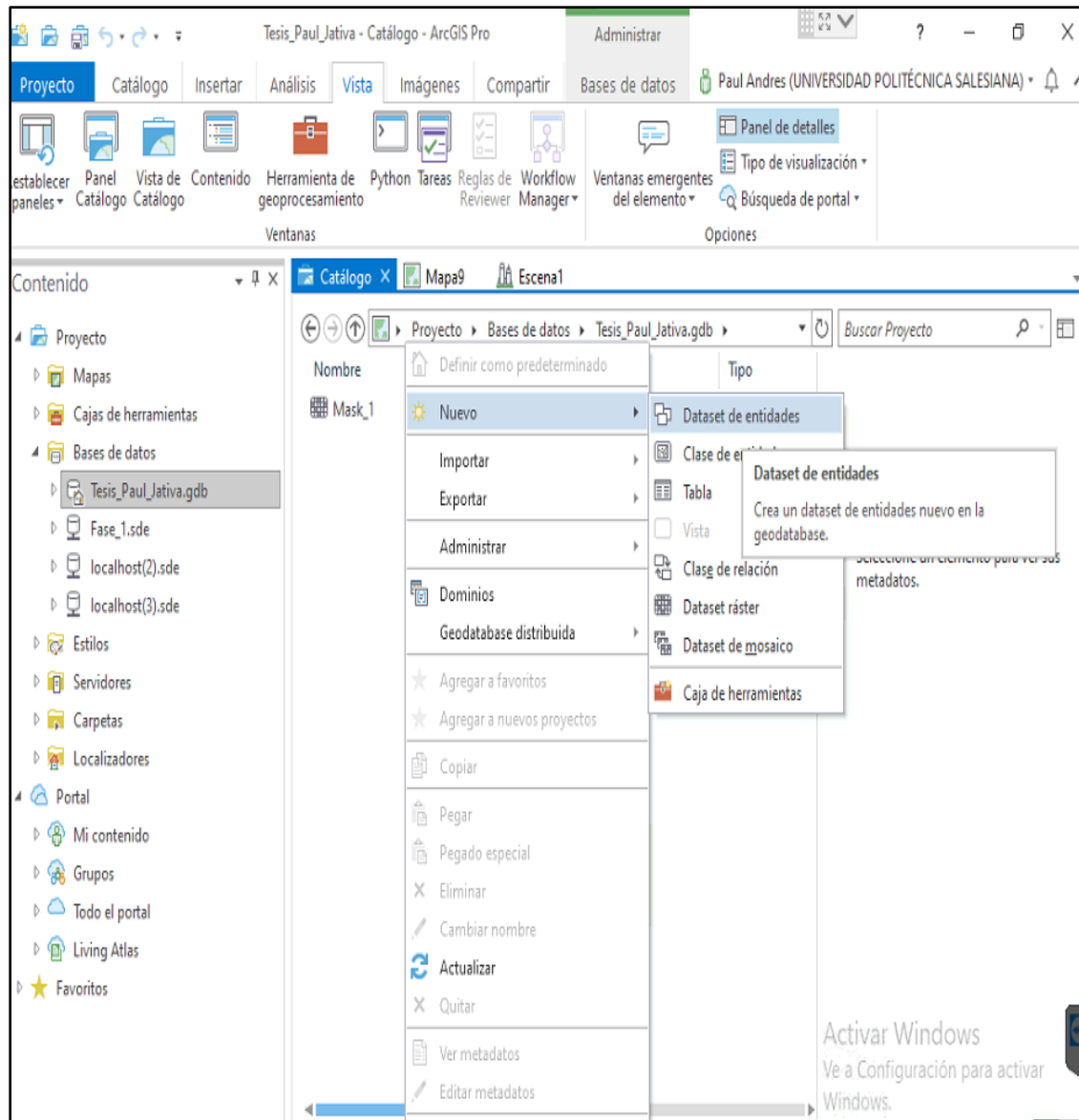
Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

En estos data sets alojaremos la información requerida en archivos con formato .shp, raster, imágenes o layers.

Anexo 6: Creación de datasets dentro de la base de datos mediante ArcGIS pro

Dentro del localhost creado, vamos a dar click derecho y click otra vez en nuevo, allí tenemos varias opciones de la cual escogeremos nuevo dataset.

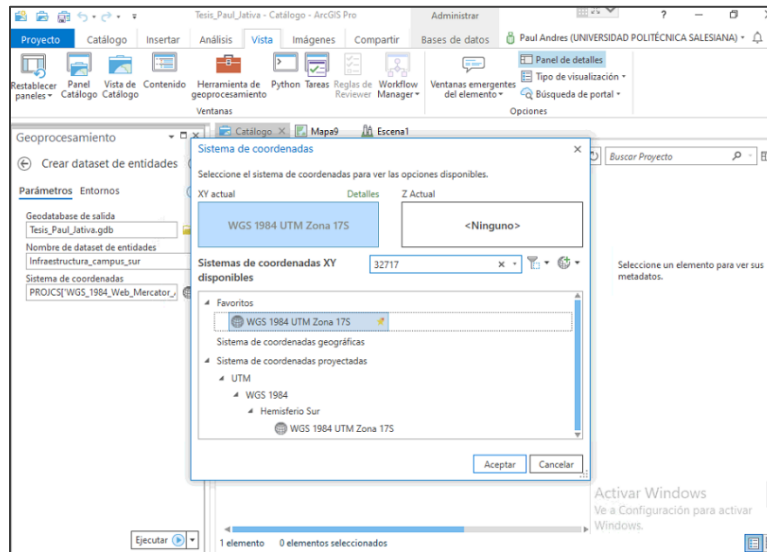
Figura 46: Datasets en base de datos.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Damos nombre al nuevo dataset y configuramos la zona en la que se encuentra el proyecto, para este caso es la zona 17S. Figura 47

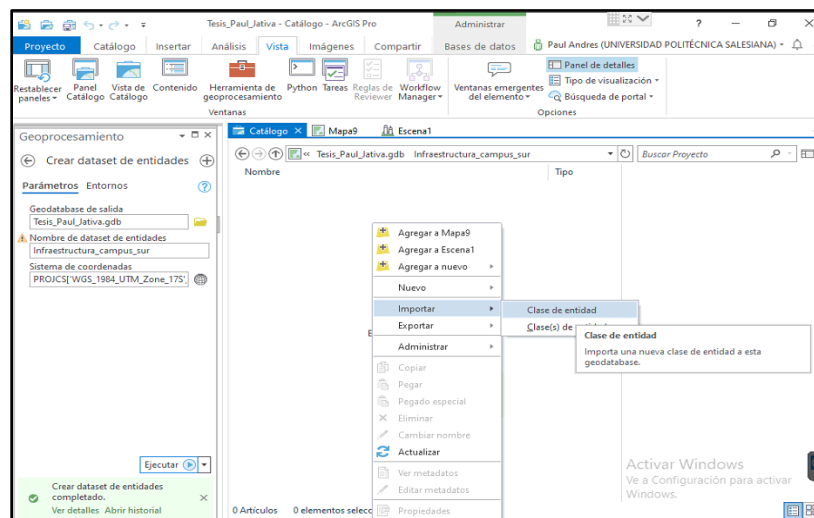
Figura 47: Datasets; definición de zona.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Una vez creado el dataset, procedemos a importar las capas que vamos a utilizar para cada data set Figura 48

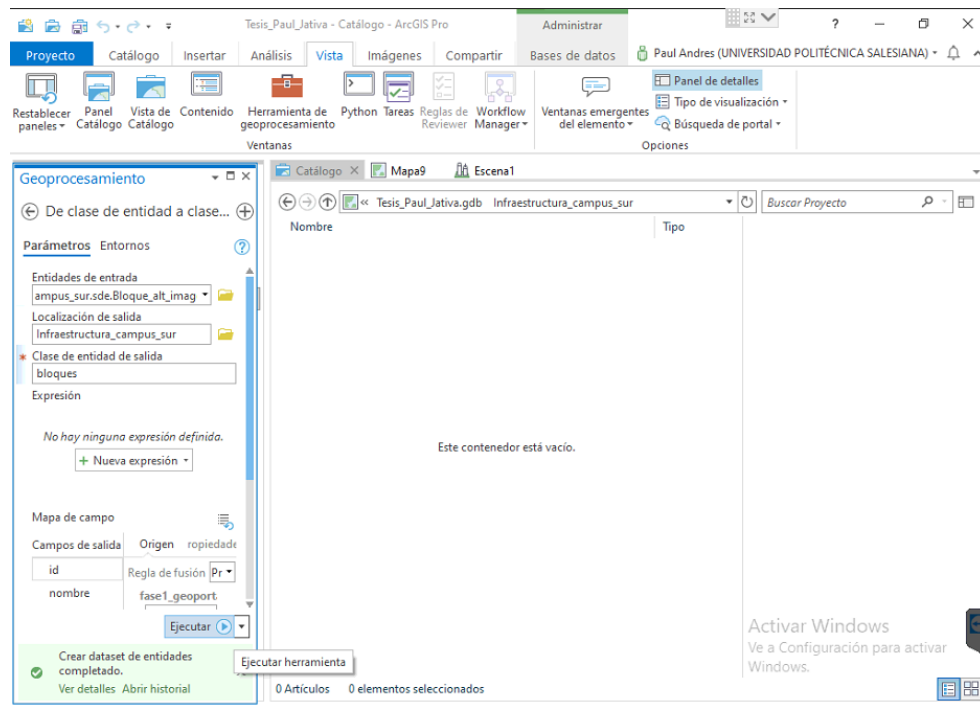
Figura 48: Importar clase de entidad.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Ubicamos el directorio donde se encuentra la capa y le damos un nombre corto. Figura 49

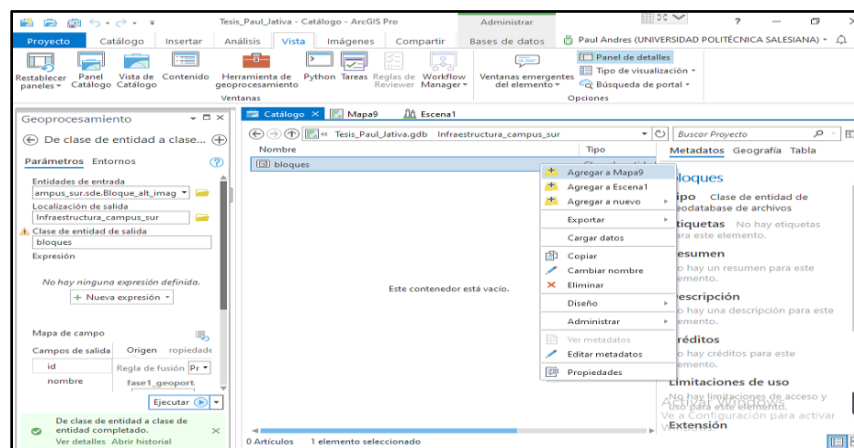
Figura 49: Importar clase de entidad.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Una vez importado podremos agregar la capa al mapa o escena. Figura 50.

Figura 50: Agregar a mapa o escena.

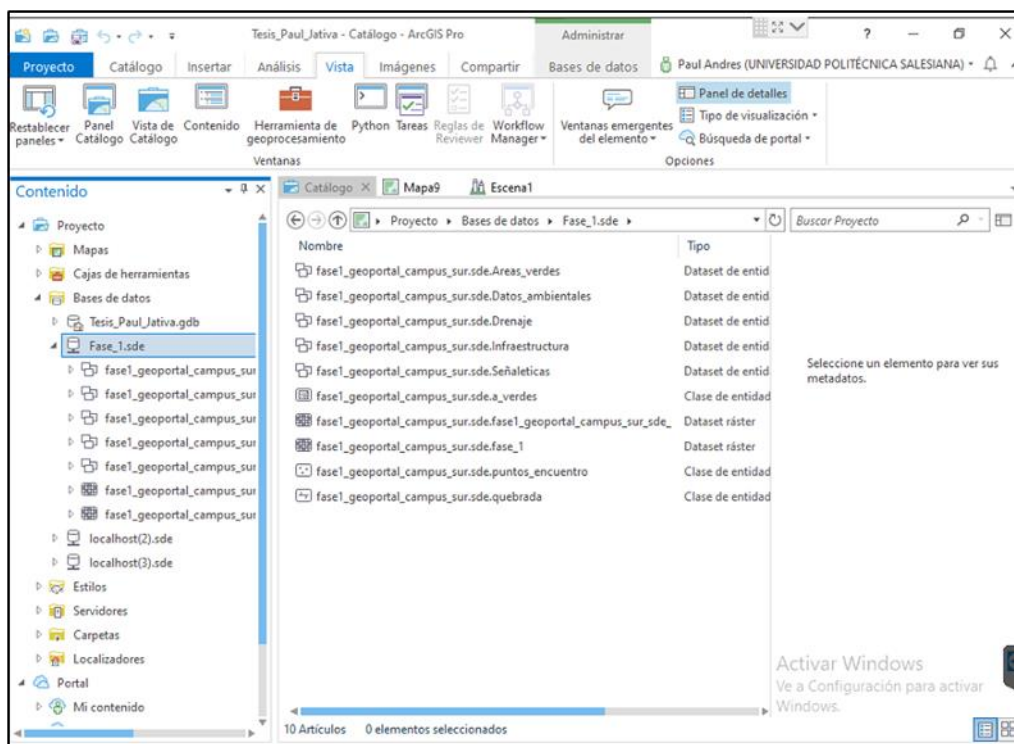


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Anexo 7: Cargar información de la base de datos en el servidor ArcGIS.

Una vez obtenida la información con la que vamos a generar el geoportal, la cargamos en el ArcGIS Pro generando un nuevo mapa o escena, dentro del cual generaremos una vista previa de la información de las capas. A continuación, se presenta la manera en la que quedo estructurado el geoportal. Figura 51

Figura 51: Carga de datos al server local.

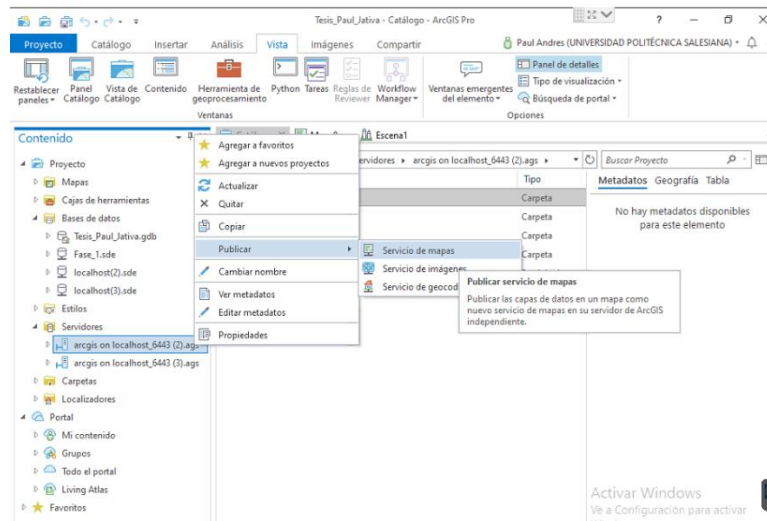


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

A continuación, nos colocamos encima de la conexión del servidor y damos clic en publicar, allí tenemos las opciones de publicar un mapa, una escena o una geocodificación. Figura

52

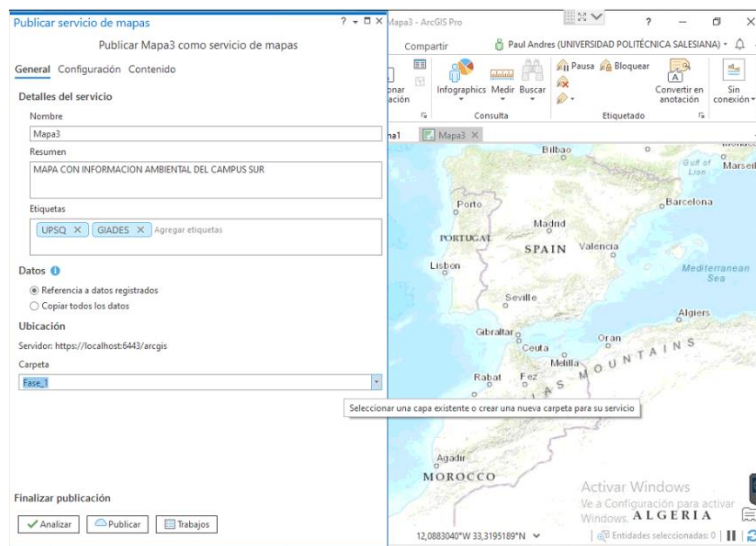
Figura 52: Publicación de servicios.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Luego llenamos los datos y mandamos a analizar en busca de incongruencias. Figura 53.

Figura 53: Carga de datos al server local-definición ubicación.

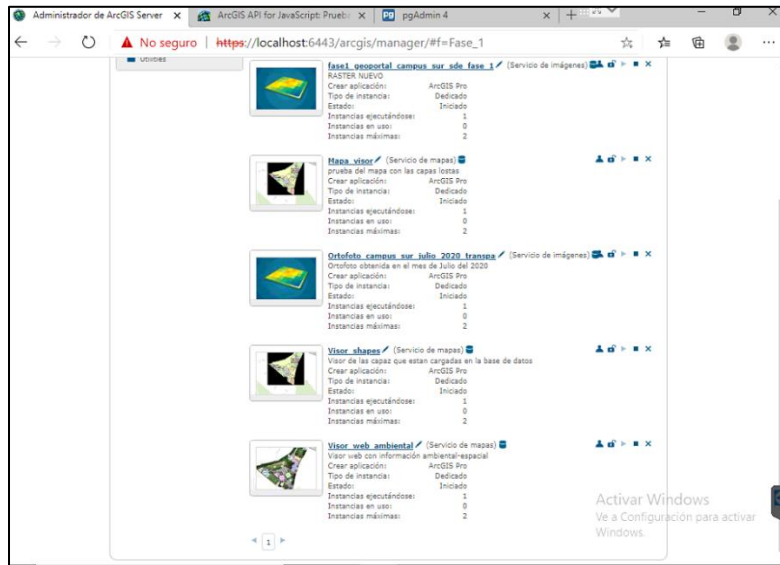


Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Verificamos en el administrador que se ha publicado el servicio de mapas o escena. Figura

54.

Figura 54: Vista de servicios cargados en el server.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Visualizamos el servicio con sus capas alojadas en el servidor Figura 55.

Figura 55: Visualización de servicio de mapas.



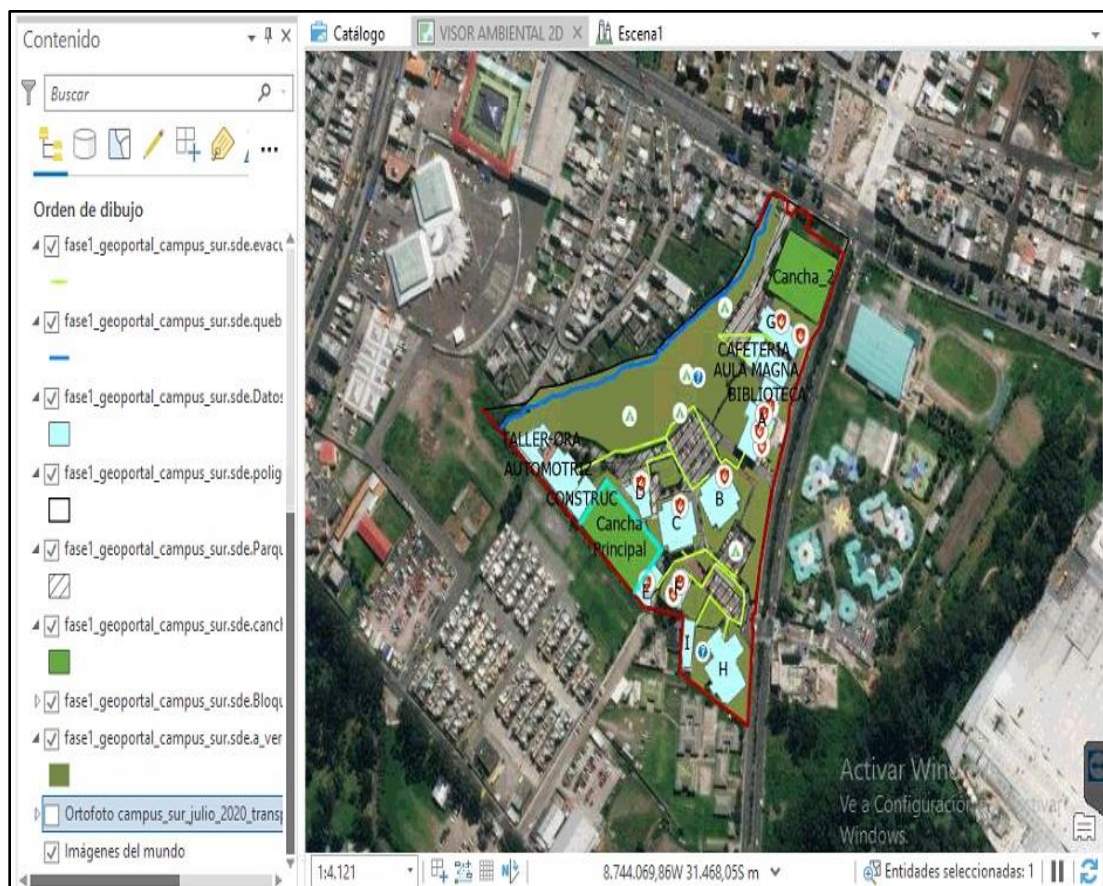
Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Anexo 8: Elaboración del geoportal.

Compilación de información visual en un mapa utilizando ArcGIS pro y ArcMap

Una vez finalizado el geoprocesamiento de la información espacial y ambiental, procedemos a incorporar en un mapa de ArcGIS Pro las capas o shapes, para ello debemos categorizar y diferenciar por colores las diferentes capas y sus entidades para que sea más vistoso y entendible, lo cual es un objetivo del geoprocesamiento. A continuación, en la imagen se presenta el compilado de capas o shapes mediante un mapa en 2D y 3D. Figura 56.

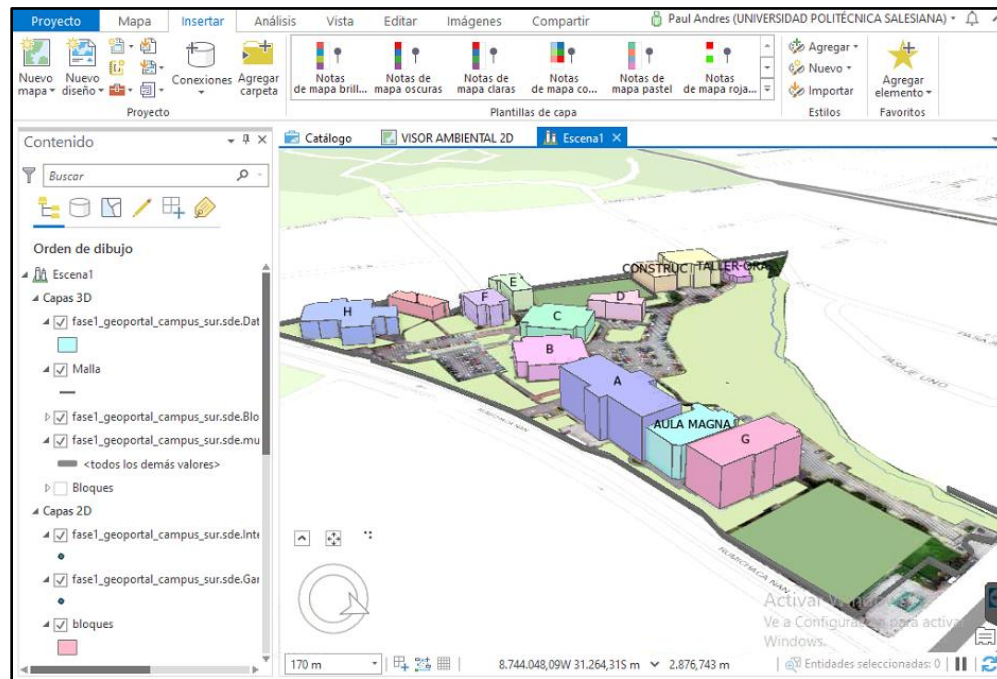
Figura 56: Generación de visor web GIS en 2D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

En la ventana siguiente podemos observar el geoportal con el visor 3D en el que se observan las edificaciones e infraestructura del campus. Figura 57.

Figura 57: Generación de visor web GIS en 3D.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Anexo 9: Agregar y editar datos en el proyecto

Al ser un proyecto piloto, es susceptible a mejoras y expansiones conforme avance la tecnología y se proponga nuevos objetivos dentro de la usabilidad para el campus. Se irá agregando información sobre la base de datos y el geoportal en sí. Por ello, a continuación, se explica el proceso para ingresar en el manager de ArcGIS conexión con la base de datos y servidor.

Ingreso al server manager:

Una vez que encontramos el ArcGIS manager, ingresamos con los siguientes datos:

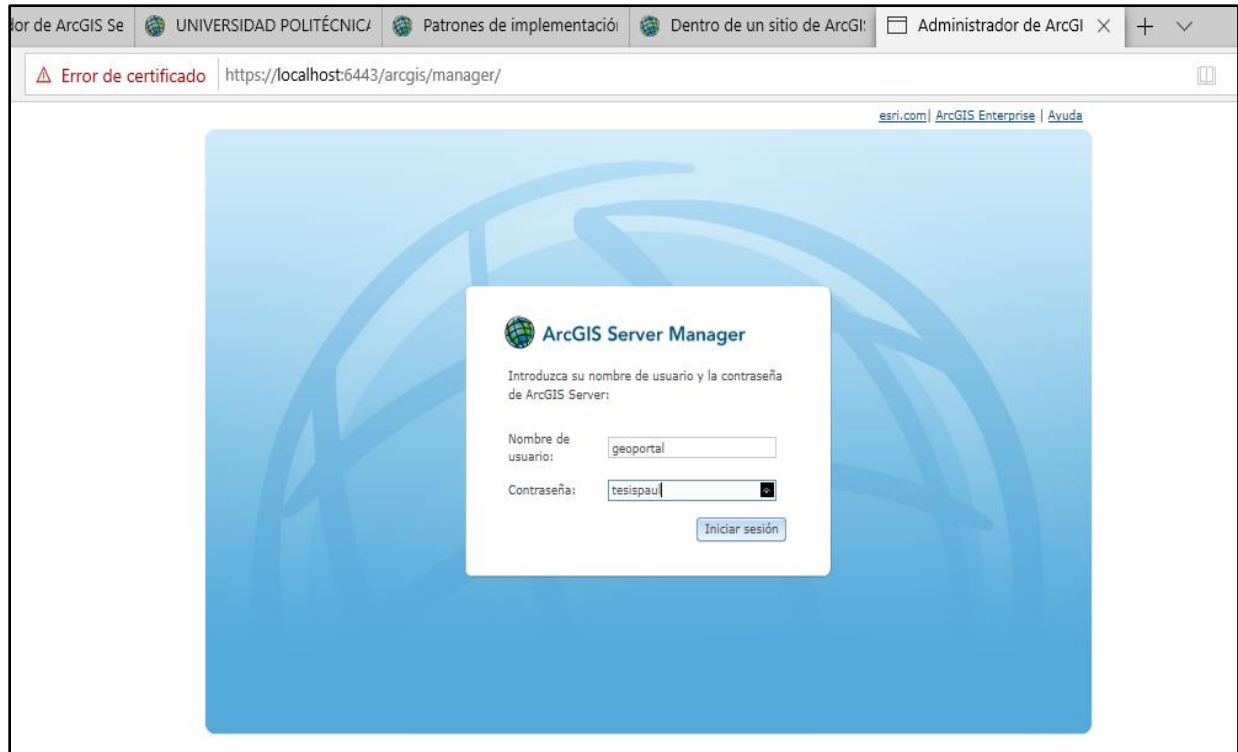
Dirección: <https://localhost:6443/arcgis/manager/>

Usuario: geoportal

Clave: tesispaul

La interfaz la podemos observar a continuación Figura 58:

Figura 58: Autenticación server manager.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Dentro de este espacio de trabajo encontraremos el manager con sus opciones y las carpetas de trabajo, de manera que así podremos confirmar cuando cargamos información al servidor a través del ArcGIS Pro. Cabe aclarar que la conexión del servidor con el espacio de trabajo se la realiza desde la herramienta ArcGIS Pro 2.5, mediante la conexión con la base de datos y con el servidor, como lo especificamos en los puntos 4.2.7 y 4.2.9. Figura 59.

Figura 59: Validación de datos en servidor a través de server manager.



Nota: Fuente: (Jativa, 2019)

Para agregar capas o shapes en el proyecto es necesario repetir los pasos mencionados en el apartado 4.2.8, en donde se explica la manera en la cual podemos cargar entidades al proyecto.

Anexo 10: Sincronización con base de datos, server manager y ArcGIS Online

Este proceso es automático, basta que realicemos la conexión siguiendo los pasos que se detallaron en los apartados 4.2.7, 4.2.8 y 4.2.9, los nuevos datos se subirán al servidor y estarán disponibles tanto en el server manager como en la plataforma online de ArcGIS.

Para la autenticación en la plataforma online es necesario que el administrador de la cuenta corporativa de ArcGIS de la Universidad Politécnica Salesiana, otorgue un usuario y los privilegios sobre el software con licencia. El usuario validado para la cuenta corporativa tiene la siguiente estructura:

Usuario: user_UPSQ